



*Unis pour  
partager  
et innover*

# Commission biomasse

Rencontre adhérents

14 novembre 2024



# Quoi ?

- **Agronomie/intrants**
- Groupes de travail actuels



Digestat



Biodéchets



CIVE



Gaz à effet de serre

# Qui ?

Responsable : **Gildas Fouchet** Agriculteur méthaniseur

Suppléant : **Guy Meinrad** Agriculteur méthaniseur

Animatrices :

**Elsa Rouches** pour toute la commission  
Animatrice AAMF

**Mes coordonnées**



**Adeline Haumont** pour biodéchets et digestat  
Animatrice Biogaz AILE



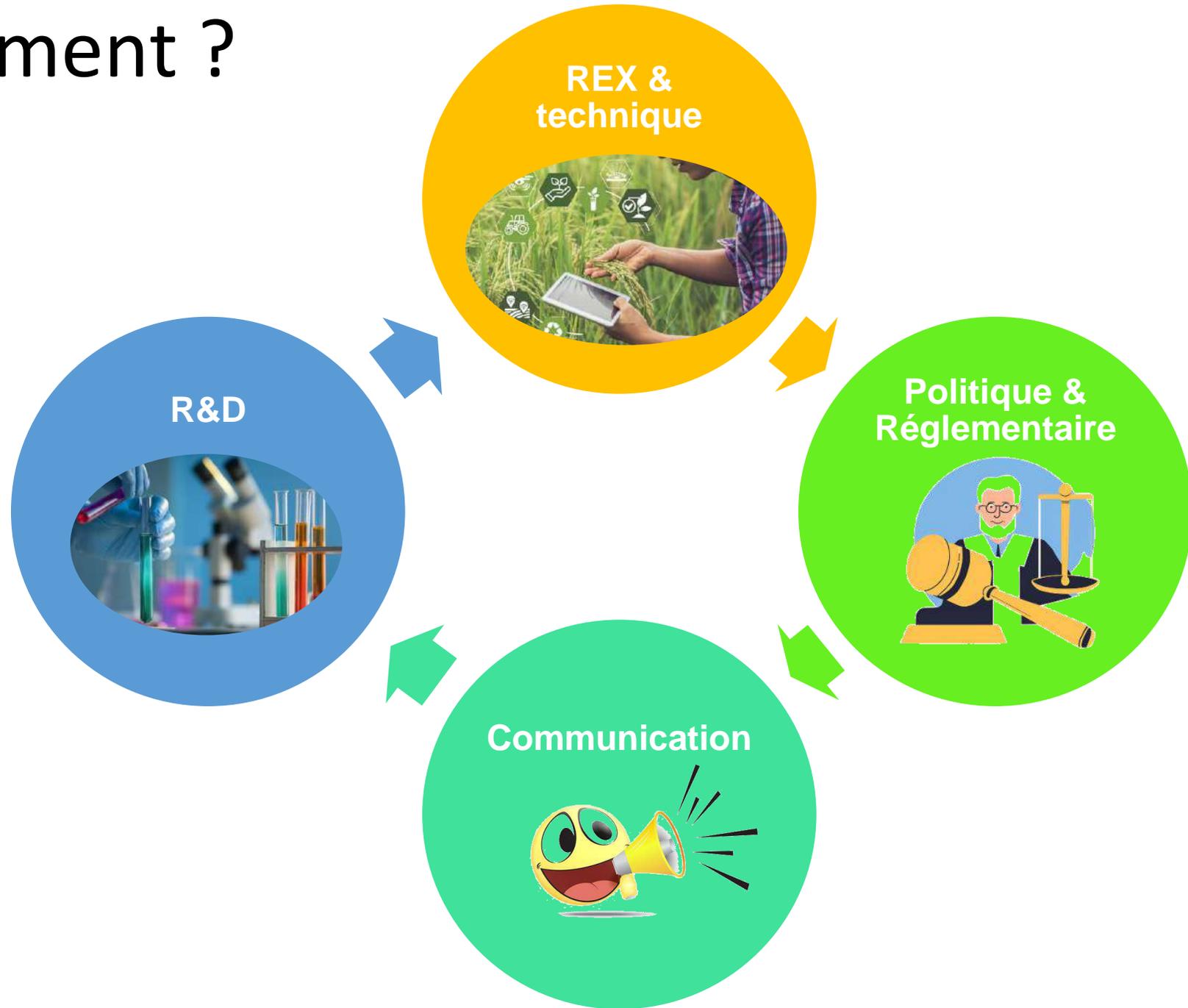
**Armelle Damiano** pour les Gaz à effet de serre  
Directrice AILE  
Responsable secteur Biogaz

Pilotes agriculteurs :

Bertrand  
Jerôme  
François  
Pierrick  
Henri  
Christophe  
Xavier  
Benjamin  
Mathieu  
Jean-Christophe  
Florent  
Baptiste

...

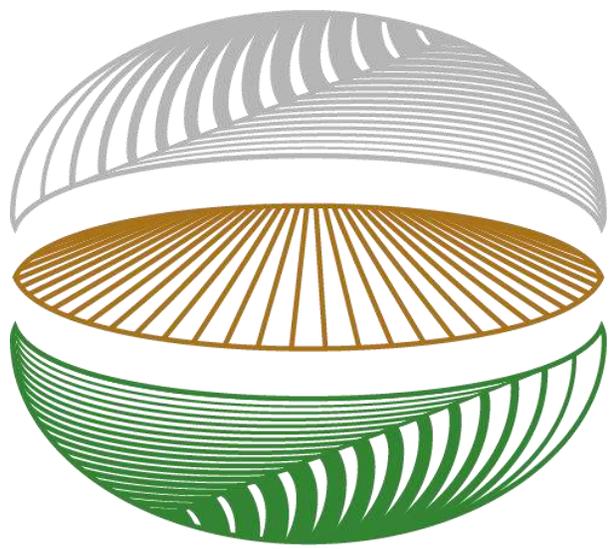
# Comment ?



# Programme de la journée

- **Session 1 - R&D : REX et amélioration des pratiques**
- **Session 2 – Intrants : Biodéchets & CIVE**
- **Session 3 – Marché du carbone et perspectives**





# Metha BioSol

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

 **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

 **RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**GRDF**  
GAZ RÉSEAU  
DISTRIBUTION FRANCE

## Impact des digestats de méthanisation sur la qualité biologique des sols agricoles

 **L'INSTITUT agro Dijon**

 **AGRICULTURES & TERRITOIRES**  
CHAMBRES D'AGRICULTURE

**eSA**  
ÉCOLE SUPÉRIEURE D'AGRICULTURES  
Angers-Loire

**INRAE**

**ELISOL**  
ENVIRONNEMENT

**UNIVERSITÉ DE RENNES 1**

 | **PSL** 

**ACE**   
MÉTHANISATION

 **EPL**  
du bas-rhin

**Aile**  
initiatives  
énergie  
environnement

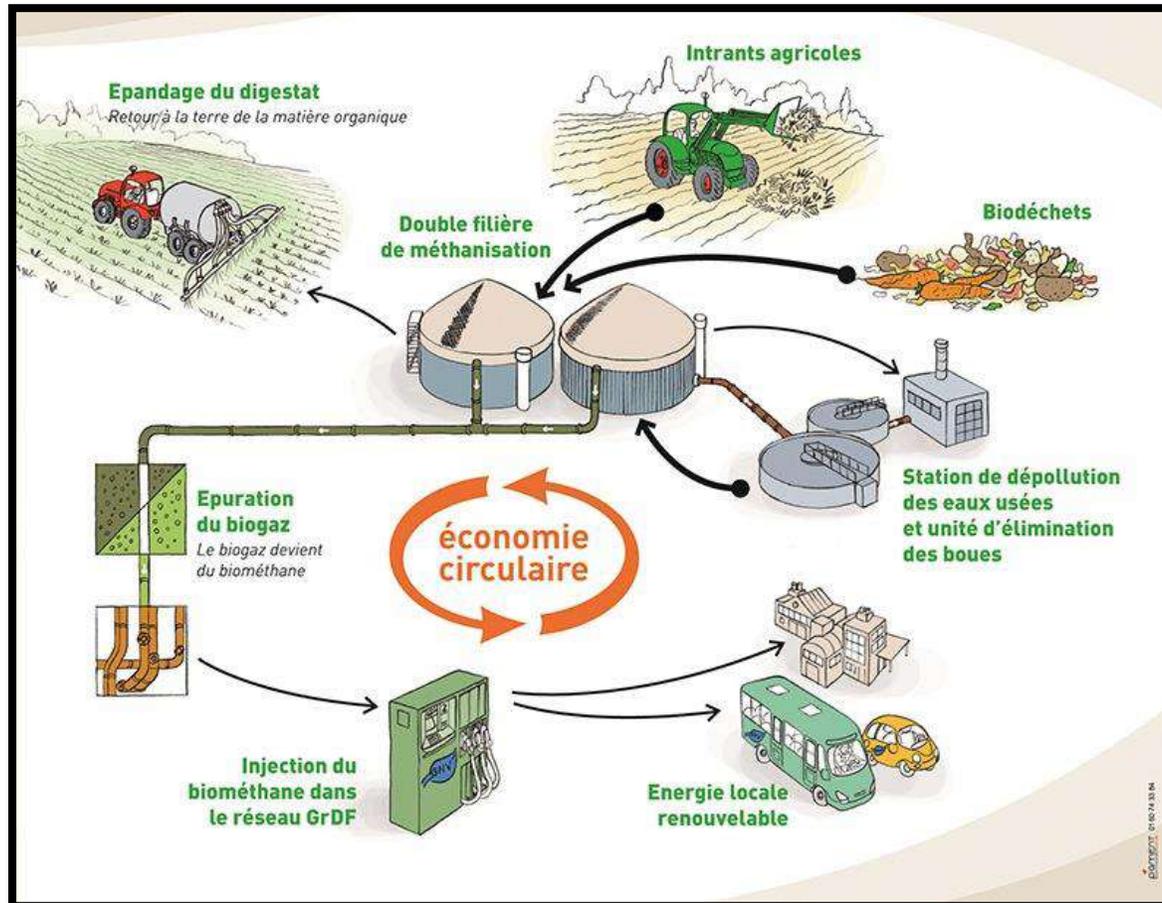
**geres**  
LA SOLIDARITÉ  
CLIMATIQUE  
EN ACTION



 **UNIVERSITÉ LYON III  
JEAN MOULIN**

# Pourquoi Metha-BioSol ?

La **méthanisation** un cycle vertueux permettant de faire de l'énergie à partir de déchets et de retourner au sol de la MO?



Des questionnements des agriculteurs et de la société civile



Impacts sur la qualité biologique des sols ?



Peu de données pour objectiver



Metha  
BioSol

# Metha-BioSol, c'est quoi ?

Un projet de recherche avec 3 échelles d'études

## VOLET 1

Test en laboratoire



## VOLET 2 (Poster)

Test sur des sites



## VOLET 3 (poster)

Réseau de fermes



Maîtrise des aléas du terrain

Réalité de terrain

# Tableau de bord des bioindicateurs

Définition d'un tableau de bord d'indicateurs permettant d'évaluer la qualité biologique des sols :

Sur la base du CASDAR Agrinnov (2012-2015)



## L'état physique et chimique du sol



- ❖ Texture
- ❖ pH
- ❖ Carbone organique
- ❖ Rapport C/N,
- ❖ Teneurs en N, P, K, Mg...
- ❖ Eléments polluants

INRAE

## Indicateurs des communautés biologiques



### Paramètres d'abondance, de biomasse, diversité taxonomique et fonctionnelle

- ❖ Microbiologiques (bactéries, champignons)
- ❖ Nématodes
- ❖ Lombriciens

L'INSTITUT agro Dijon

INRAE

ELISOL ENVIRONNEMENT

UNIVERSITÉ DE RENNES 1

## Indicateurs de fonctionnement biologique



- ❖ Formes et quantité de carbone (RockEval)
- ❖ Activité de dégradation de la matière organique fraîche (LITTERBAG/LEVABAG)

ENS | PSL

eSA

## Indicateurs sanitaires



- ❖ Présence et diversité des pathogènes microbiens humains

INRAE

# Volet 1 : Tests en laboratoire vidéo labo

## 2 hypothèses testées :

- 1) Les impacts sont différents en fonction du contexte pédoclimatique
- 2) Les impacts sont différents en fonction de la nature des digestats

### 3 TYPES DE SOL



### 10 TRAITEMENTS

#### 6 types de digestats

- + 2 effluents non digérés
- + 1 témoin minéral
- + 1 sans apport organique

- ❖ Un seul apport
- ❖ Pendant 42 jours

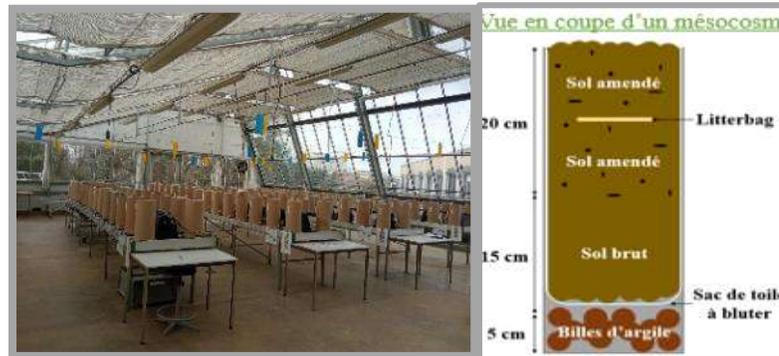
## 2 dispositifs expérimentaux adaptés aux bioindicateurs :



### MICROCOSMES

- ❖ Pathogènes
- ❖ Communautés microbiennes des sols
- ❖ Physico-chimie des sols

équivalent apport 25t/ha



### MESOCOSMES

- ❖ Dégradation de la MOF
- ❖ Nématofaune
- ❖ Lombriciens
- ❖ Physico-chimie des sols

équivalent apport 35t/ha

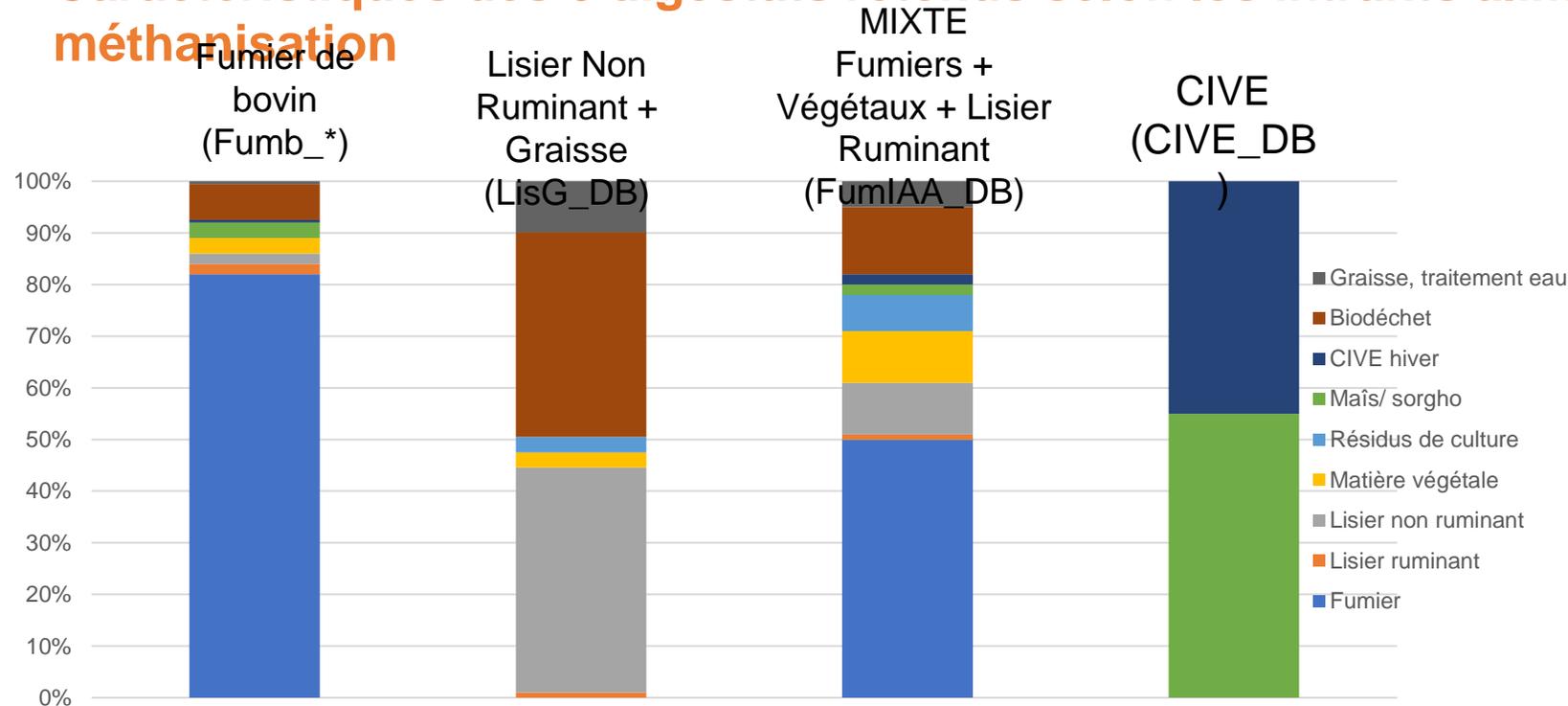
# Volet 1 : Tests en laboratoire



# LES DIGESTATS

Hyp 2 : Les impacts sont différents en fonction de la nature des digestats.

## Caractéristiques des 6 digestats retenus selon les intrants alimentant les 4 sites de méthanisation

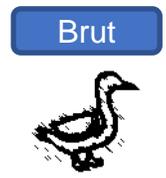


### Comparaison avec :

- ❖ Fumier de bovin 
- ❖ Lisier de porc 
- ❖ Fertilisation minérale (Ammonitrate 120 Kg/ha)
- ❖ Sans apport = Ajout eau à la place

Séparation de Phase

- Brut (\*= DB) 
- Liq (\*= DL) 
- Soli (\*= DS) 



# Volet 1 : Résultats

Les conclusions: après 42 jours d'incubation en microcosmes et mésocosmes :



- ❖ **Les digestats sont très divers en composition chimique (C,N,..) ,** ils offrent des ressources qui peuvent impacter différemment les organismes du sol
- ❖ **Les digestats peuvent impacter l'activité et la diversité des organismes du sol** et ainsi modifier les fonctions qu'ils assurent (dégradation des MO fraîches):
  - Les valeurs C/N et les teneurs ammoniacales (digestats ou lisiers) semblent influencer la biologie des sols
- ❖ **L'impact des digestats diffère selon la nature du sol :**
  - Importance du fond géochimique (pH)
  - Importance de la texture du sol

## Conclusion

Il apparaît nécessaire de s'intéresser à la typologie des digestats et à leur composition chimique pour raisonner les apports en fonction du type de sol

# Volet 2 : les sites expérimentaux



 **EFELE** Rennes

**1<sup>er</sup> apport du digestat :**  
2012  
**Type du digestat :**  
100% lisier porcin

 **DIGE'O** Obernai

**1<sup>er</sup> apport du digestat:**  
2018  
**Type du digestat: (3)**  
Déchets IAA (30-40%) +  
Effluent d'élevage (40%) +  
Matière végétale (20-30%)



 **PROspective** Colmar

**1<sup>er</sup> apport du digestat:**  
2015  
**Type du digestat:** Déchets IAA  
(60%) + Effluent d'élevage (20%) +  
Matière végétale (20%)



**Metha BioSol**

Partenaires du projet :

- L'INSTITUT agro Dijon
- Aile
- CHAMBRE D'AGRICULTURE BOISE
- CHAMBRE D'AGRICULTURE 241 200
- CHAMBRE D'AGRICULTURE 441 200
- EPL du Sarthe
- esa
- INRAE
- geres
- ACE METANISATION
- ELISOL
- ENS
- PSL
- UNIVERSITE JEAN MOULIN
- UNIVERSITE DE RENNES 1

Avec le soutien de

- ADEME
- GRDF
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
- avec la contribution financière du comité d'investissement agricole et rural CASDAR
- GRAINE

[VIDEO DU PROJET - Volets 2 et 3](#)

# Volet 3 : le Réseau de Fermes

## Impact des pratiques agronomiques liées à l'épandage de digestats sur un réseau de fermes agricoles



Pathogènes  
Communautés microbiennes des sols  
Dégradation de la MO  
Nématofaune  
Lombriciens  
Forme et qté du Csol  
Physico-chimie des sols



Suivi des 80 fermes  
(au moins 3 campagnes  
d'épandage)



Synthèse et atelier d'analyse  
des pratiques



### Hypothèses :

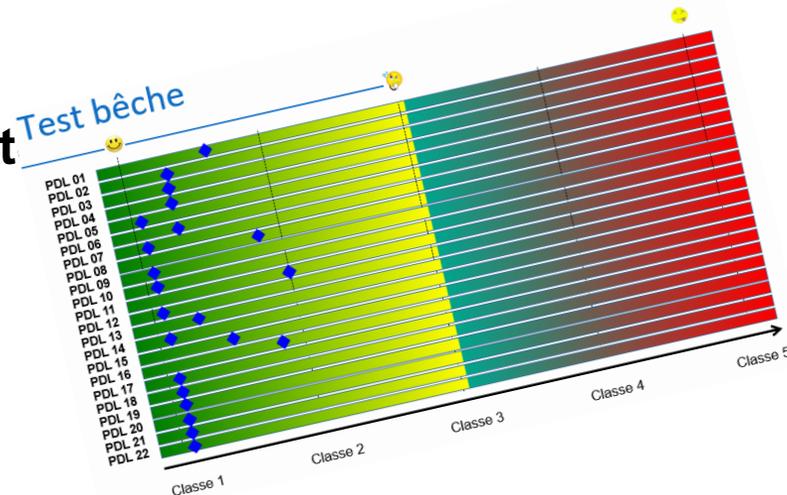
- 1) Les impacts sont différents en fonction des pratiques agronomiques mises en place
- 2) Les impacts sont différents en fonction de l'historique de la parcelle

# Volet 3 : le Réseau de Fermes (Restitutions par r



- Présentation des indicateurs analysés
- Restitutions individuelles des résultats

- Positionnement du groupe sur les indicateurs



- Discussions avec les experts sur les pratiques et les leviers d'amélioration



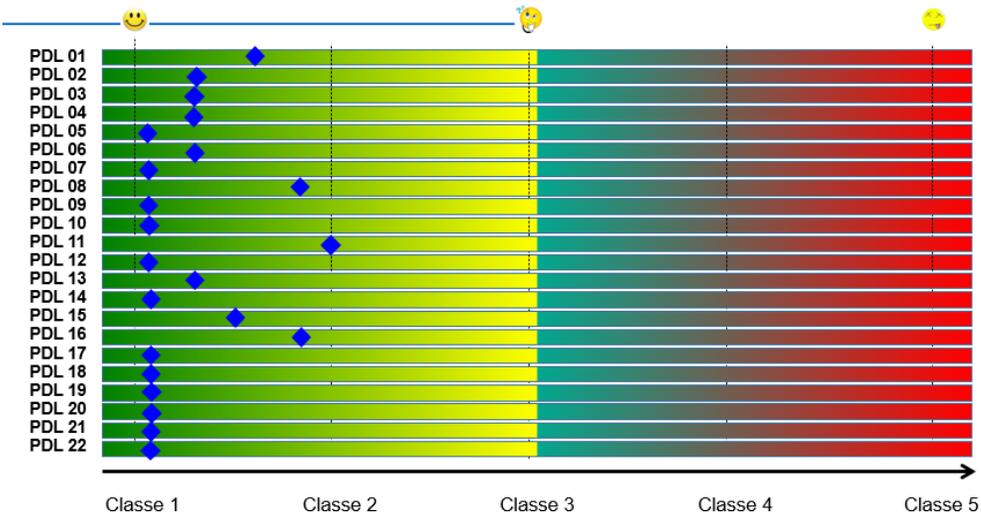
# Le Réseau de Fermes : Restitutions par région



- Présentation des indicateurs analysés
- Restitutions individuelles des résultats

- Positionnement du groupe sur les indicateurs

## Test bêche



# Le Réseau de Fermes : Le tableau de bord d'indicateurs

LEVAbag<sup>MD</sup>

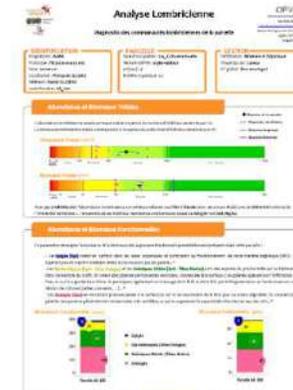
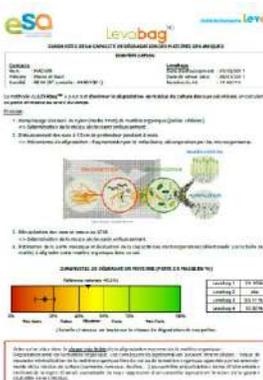
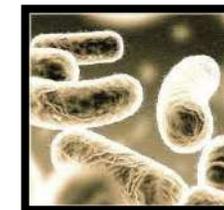
Abondance/diversité  
microbienne

Abondance diversité  
nématodes

Abondance diversité  
lombrics

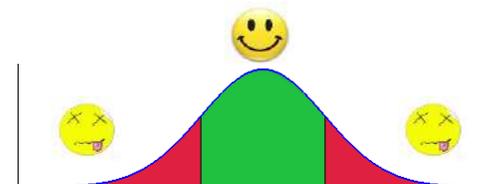
Pathogènes

Stabilité du Carbone



Le plus, le mieux !

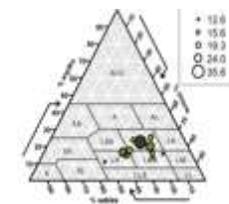
Le moins, le mieux !



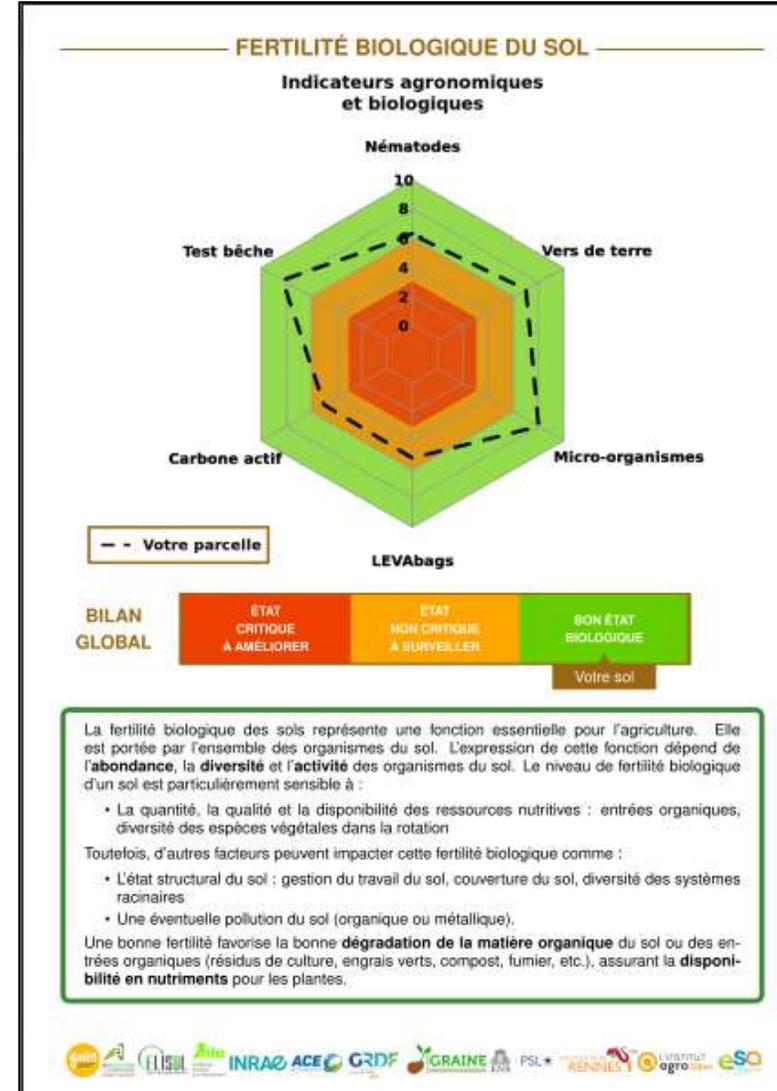
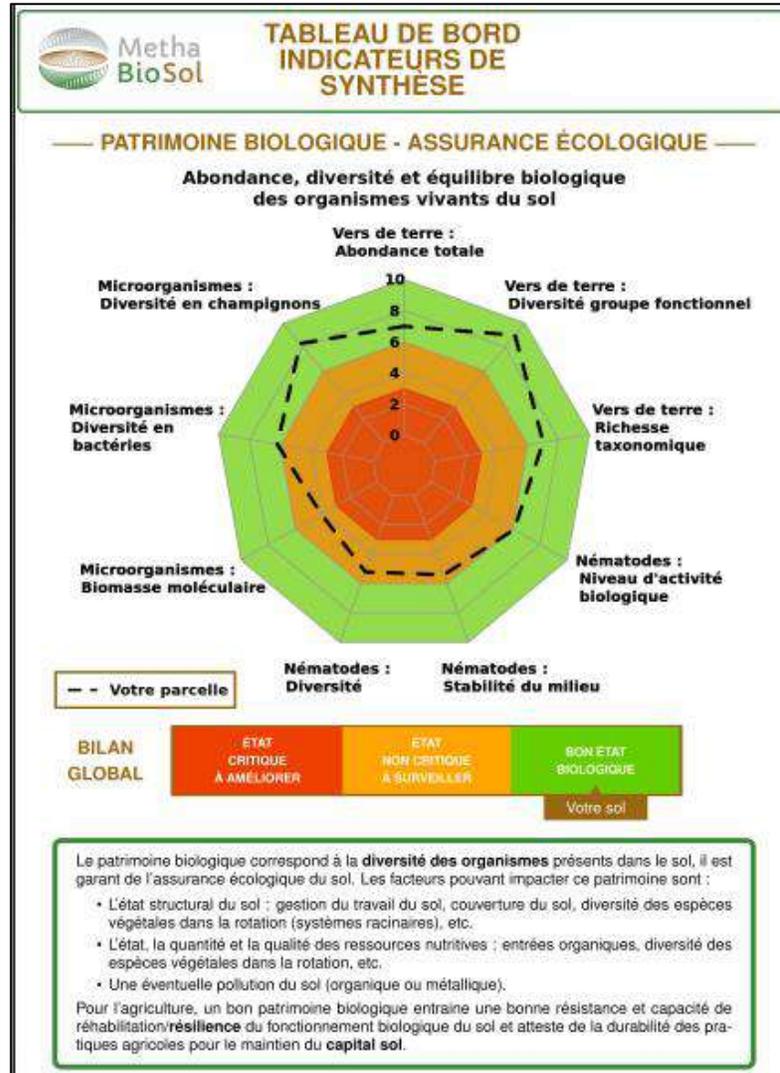
Optimum

Physico-chimie

Test bêche

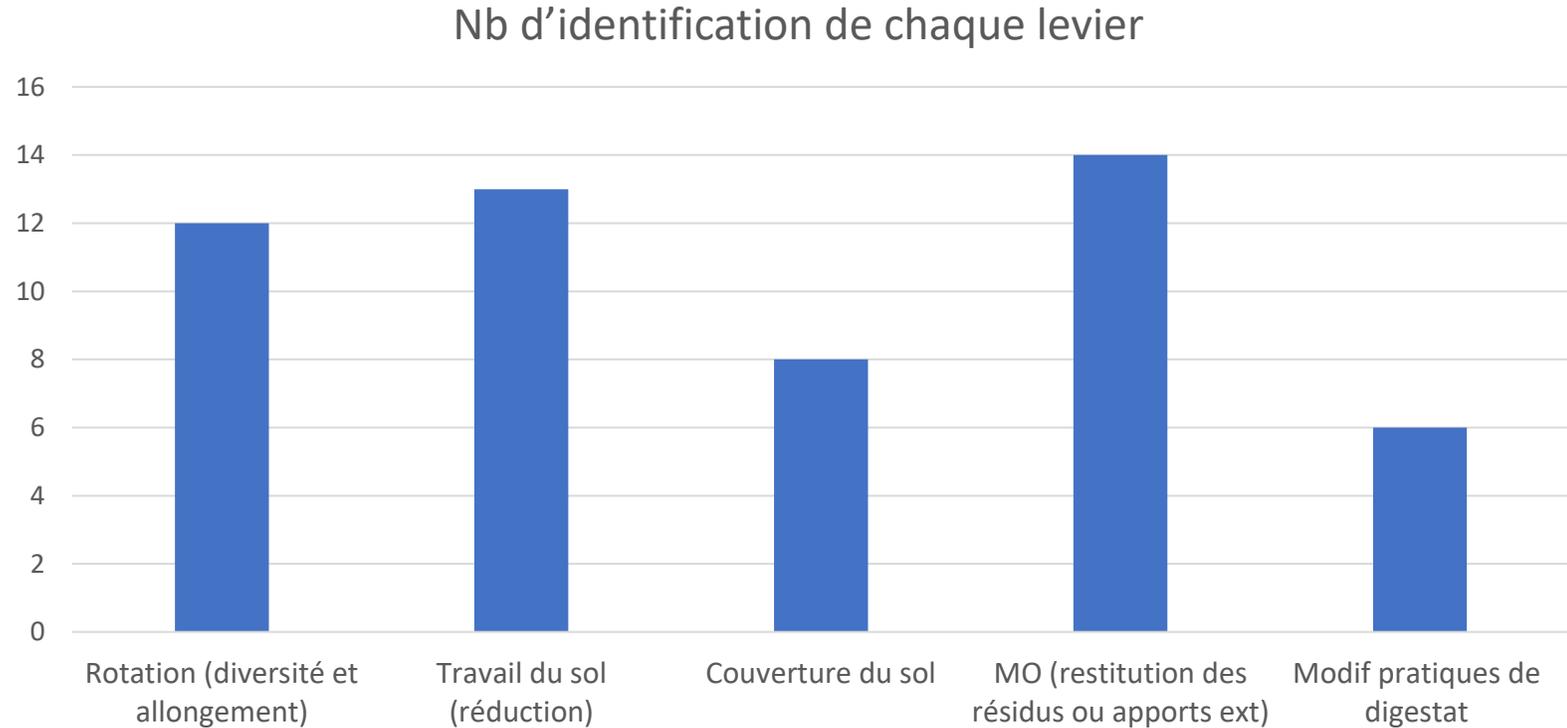


# Le Réseau de Fermes : Deux indicateurs de synthèse



# Synthèse des séquences collectives et principaux leviers identifiés par les agriculteurs

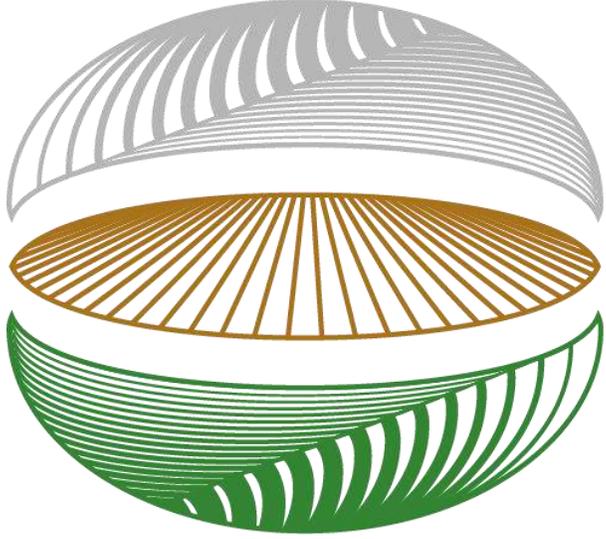
27 agriculteurs sur  
trois régions ont  
participé aux  
restitutions



- Le levier MO (restitution au sol) semble le plus fréquemment mobilisable (52%)
- Le levier modification des pratiques de gestion des digestats semble le moins fréquemment mobilisable (22%)

# Conclusions

- Les effets aux champs dépendent
  - Du type de digestat
    - Les digestats à faible C/N stimulent moins la vie biologique
  - Du type de sol => certains sols sont plus sensibles (limoneux et sableux)
- Mais les pratiques agricoles peuvent compenser ces effets
  - Intérêt d'apporter du digestat en complément d'un autre amendement ou d'un retour de au sol de résidus
  - Les effets « systèmes » et « pratiques agricoles » sont plus marqués
    - Des leviers à mobiliser !



---

# **Christophe Rousseau Avallon Bioenergies**

---

# AVALLON BIO ENERGIE

## Méthanisation et traitement des biodéchets



# Transport du digestat



# Transfert du digestat



# Épandage par enfouisseur



# Effet du digestat sur colza



# Épandage par pendillard



# Effet du digestat sur blé

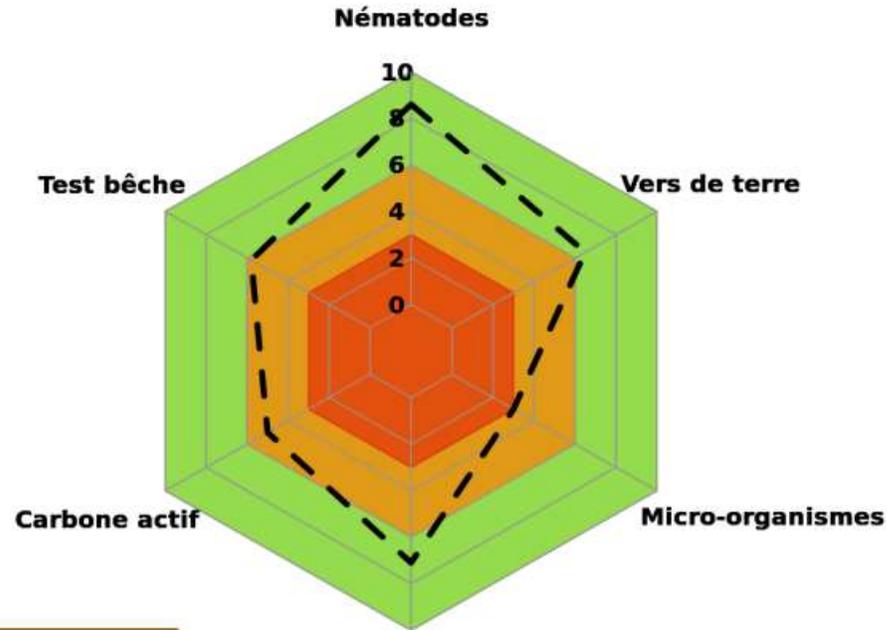


# Effet du digestat sur prairie



## FERTILITÉ BIOLOGIQUE DU SOL

Indicateurs agronomiques  
et biologiques



-- Votre parcelle

LEVAbags

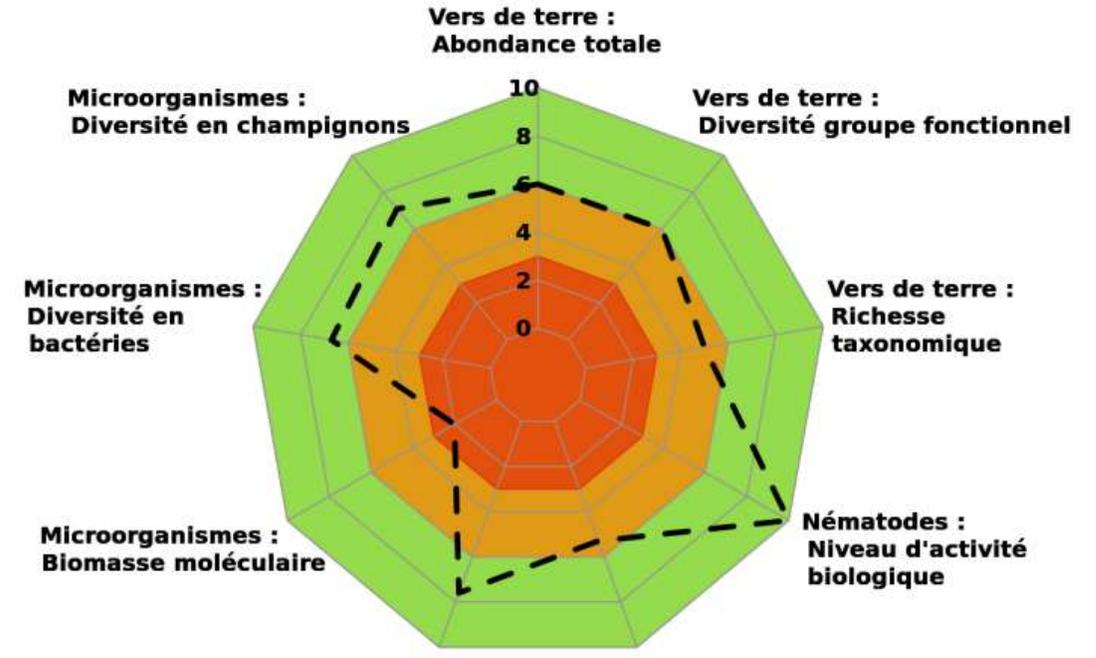
BILAN  
GLOBAL



Votre sol

## PATRIMOINE BIOLOGIQUE - ASSURANCE ÉCOLOGIQUE

Abondance, diversité et équilibre biologique  
des organismes vivants du sol



-- Votre parcelle

BILAN  
GLOBAL



Votre sol



# Metha BioSol

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

 **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

 **RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**Les résultats du projet :**  
<https://metha-biosol.hub.inrae.fr/>



# Session 1 - R&D : REX et amélioration des pratiques

**Metha3G** : Pratiques agronomiques innovantes associées à la métha.

**CRUST** : évaluation des émissions au stockage des digestats et recommandations

Romain GIRAULT, INRAE Rennes



# INRAE

- Etude des émissions gazeuses au stockage des digestats d'Ile de France et de l'impact des différentes stratégies de gestion à l'échelle de la filière

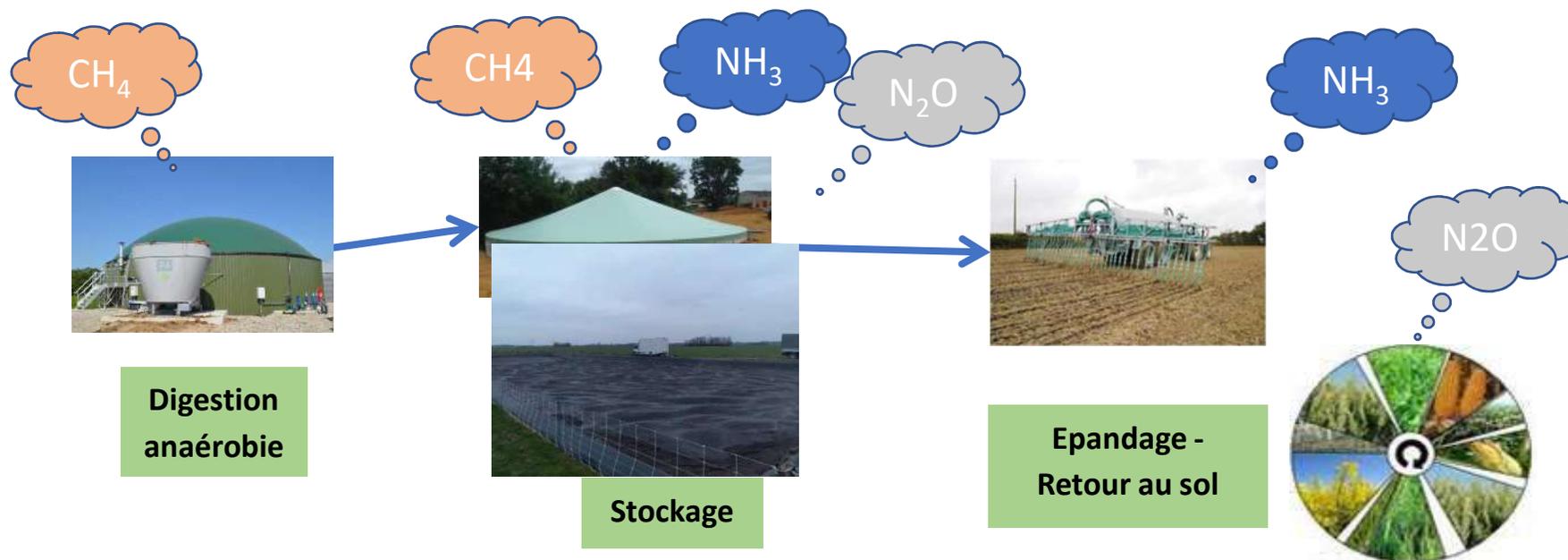
Financement : Ademe Ile de France, GRDF, GRTgaz (+ autofinancement Inrae)

Construite par un groupe de travail associant :



## ➤ Éléments de contexte

### ➤ Principales sources d'émissions gazeuses directes sur une filière de méthanisation



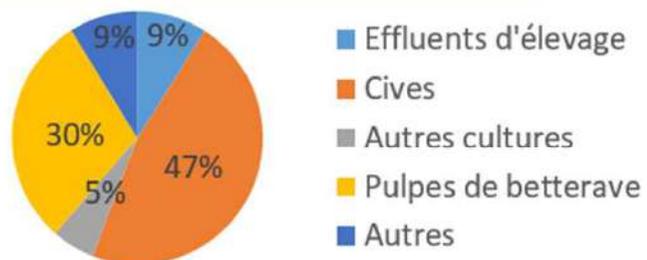
### ➤ Au stockage : différentes filières pouvant impacter les émissions :

- Les solutions de stockage : Cuves, lagunes ou poches souples.
- Le mode de couverture : Synthétique, croûtage « naturel », sans couverture
- La durée de stockage : entre quelques mois et 6 mois - 1 an en général
- La nature des digestats stockés qui dépend de la filière de méthanisation et de post-traitement en amont.



## ➤ Contexte et enjeux

### Prédominance des substrats végétaux



Origine des substrats agricoles méthanisés en Ile de France en 2021 (Source : AREC, 2022)



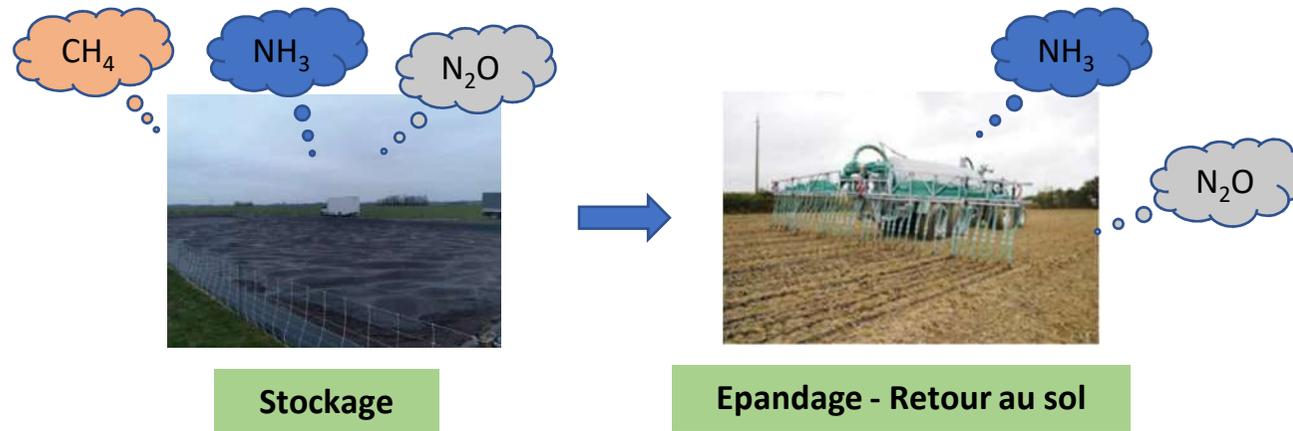
Filière de méthanisation connectée à des systèmes agricoles en grandes cultures



Une diversité d'infrastructures de stockage de digestats dont une forte proportion de lagunes

## ➤ Contexte et enjeux

Plusieurs sources d'émissions vers l'air potentielles sur la chaîne de gestion des digestats



### Objectifs :

- Evaluer les émissions gazeuses générées par les filières de stockage des digestats dans le cas des unités de méthanisation agricoles sans effluents d'élevage (cas particulier de l'île de France)
- Evaluer l'effet des pratiques de méthanisation sur les risques d'émissions observés
- Evaluer l'effet de scénarios combinant pratiques de stockage et d'épandage sur les émissions gazeuses à l'échelle de la filière

Caractérisations et  
expérimentations pilote

Suivi in-situ

Scénarisation-  
simulation

- Quel effet des caractéristiques de la chaîne de méthanisation sur les risques d'émission au stockage des digestats ?

## ➤ Methodologie

### ➔ Prélèvement de 12 digestats : issus de différentes filières d'Ile de France

8

Digesteur + post-digesteur  
Stockage du digestat brut

55 jours  $\xrightarrow{\text{TSM}}$  120 jours

3

Séparation de phase avec  
recirculation de la phase liquide  
Stockage d'un pseudo-brut

Absence  $\xrightarrow{\text{Broyage}}$  Présence

1

Séparation de phase avec  
stockage séparé des deux  
phases

100% végétal  $\xrightarrow{\text{Substrats}}$  Dose de biodéchets

#### Mesures de potentiels d'émission



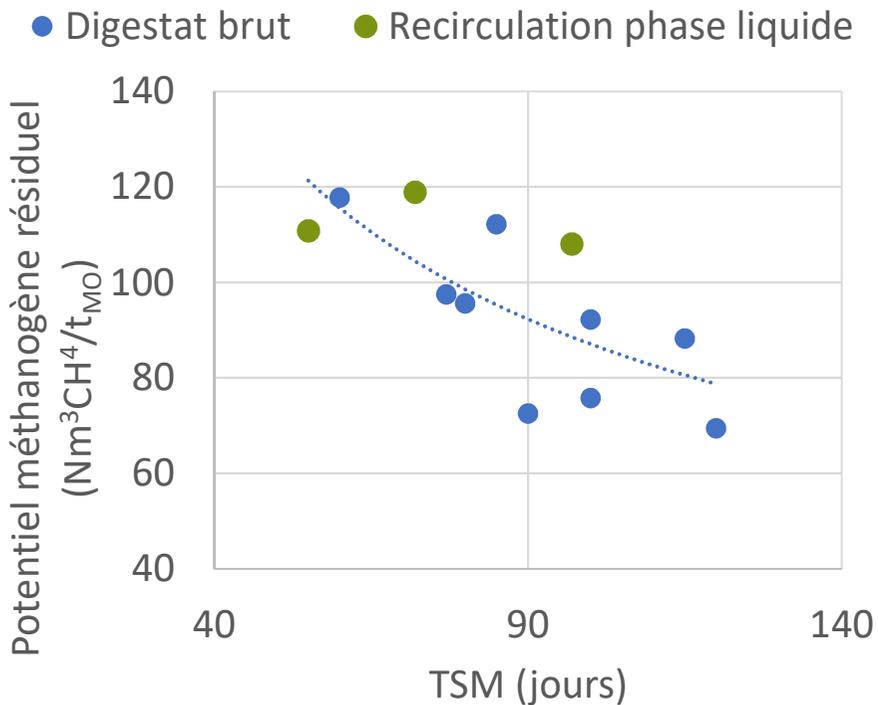
#### Expérimentations sur pilotes de stockage



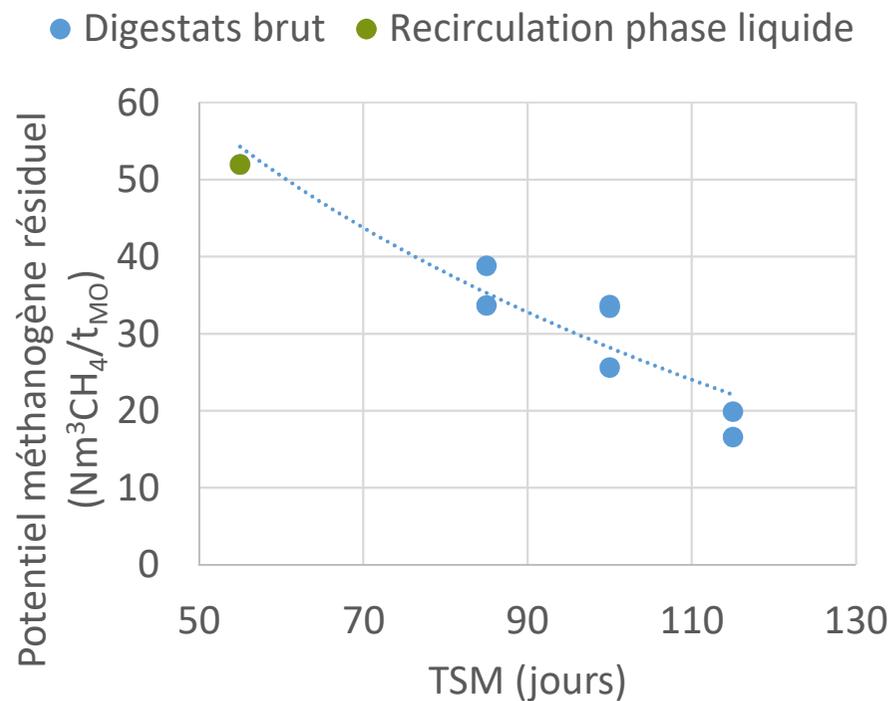
1m<sup>3</sup>

## ➤ Potentiel d'émissions de méthane

Potentiel méthanogène résiduel à 38° en fonction du TSM



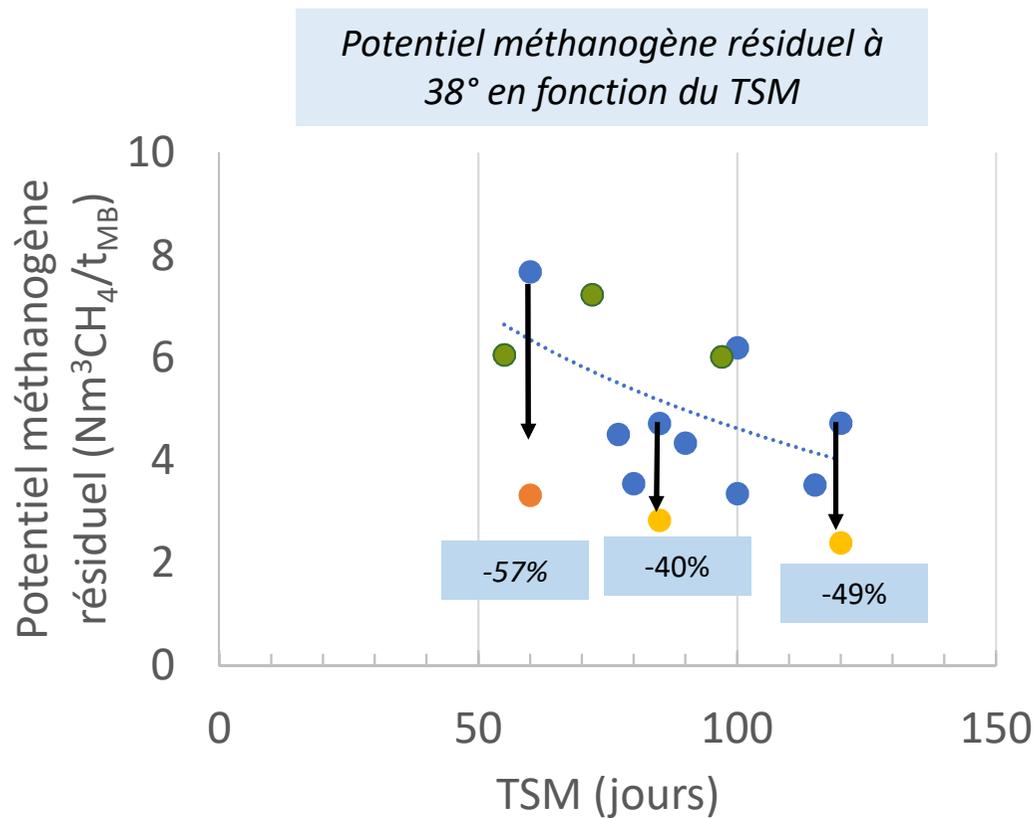
Emissions de méthane cumulée observée lors des 1 an de stockage sur pilotes de 1 m<sup>3</sup>



- Lien fort entre Temps de séjour des matières (TSM) et potentiel méthanogène résiduel à 38°C
- PAs de lien avec la présence de biodéchets ou de broyage identifié



➤ Potentiel d'émissions de méthane - *Effet des mesures de réduction observées sur les sites*



Réduction significative du potentiel méthanogène résiduel par rapport à la matière brute dans le cas des stockages avec récupération du biogaz et sur le cas y ajoutant une séparation de phase avec stockage de la phase liquide.

- Digestat brut
- Recirculation phase liquide
- Phase liquide
- Digestat stocké avec cuve couverte et récupération du biogaz

- Quels niveaux d'émission sont observés réellement in-situ?

## ➤ Suivi des émissions in-situ - Méthodologie

### Choix du site et séquences de suivis

#### Caractéristiques du site suivi :

- ✓ **Substrats** : Ensilages de cultures, Ensilage de pulpes de betteraves, soupe de biodéchets + quelques déchets de légumes (62t/jour)
- ✓ **Digestion** : Deux digesteurs en parallèle + 1 post-digester => TSM de 110 jours
- ✓ **Séparation de phase** : Sans
- ✓ **Broyage** : Sans



## ➤ Suivi des émissions in-situ - Choix du site et séquences de suivis

➔ Deux lagunes suivies sur les 3 du site :

Lagune	Capacité de stockage	Surface de stockage	Origine du digestat stocké	Destination du digestat vidangé
Lagune tampon	2500 m <sup>3</sup>	Environ 1300 m <sup>2</sup>	Post-digesteur de l'unité de méthanisation (biquotidien)	Transfert vers les lagunes déportées, épandage.
Lagune déportée n°1	4000 m <sup>3</sup>	Environ 1400 m <sup>2</sup>	Lagune tampon (ponctuel)	Épandage
Lagune déportée n°2	Environ 9000 m <sup>3</sup> (estimation flux)	Environ 3000 m <sup>2</sup>	Lagune tampon (ponctuel)	Épandage

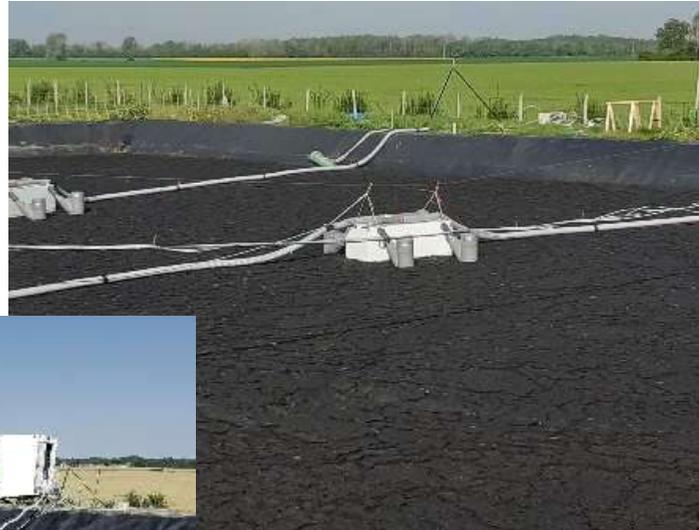
➔ 4 plages de suivi de deux/trois semaines sur une année : 1 par saison

- Janvier/février
- Avril/mai
- Juillet
- Septembre/Octobre



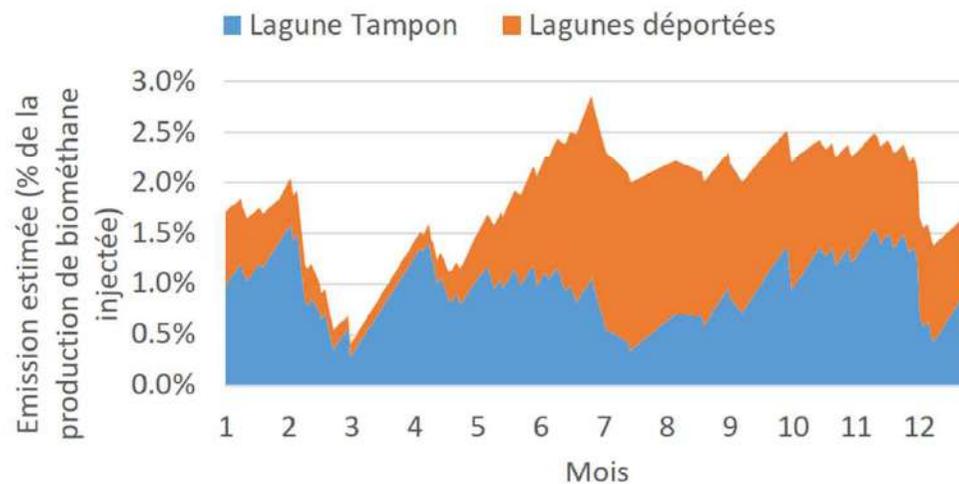
Lagune de stockage au cours d'un chantier d'épandage (brassage en cours)

➤ Éléments de méthode pour le suivi des émissions surfaciques sur lagune



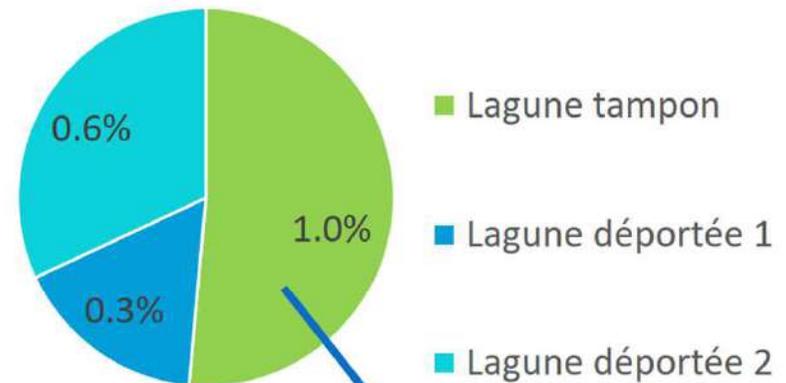
## ➤ Bilan sur les émissions de méthane observées in-situ

Emission totale moyenne annuelle estimée de  $1,9 \pm 0,6\%$



Estimation de la chronique des émissions des stockages du site à partir des séquences de mesures et de la logistique de digestat

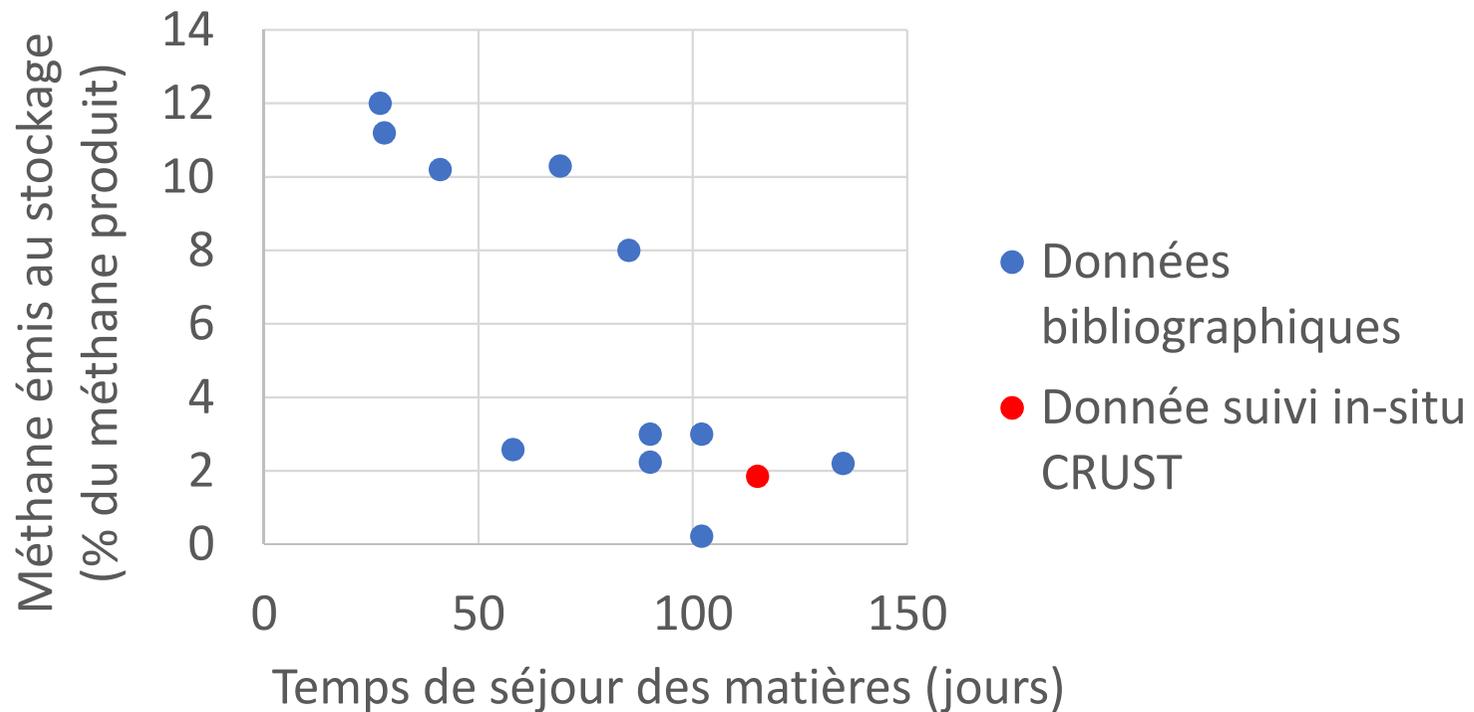
Origine des émissions de méthane (% de la production de biométhane injectée moyenne annuelle)



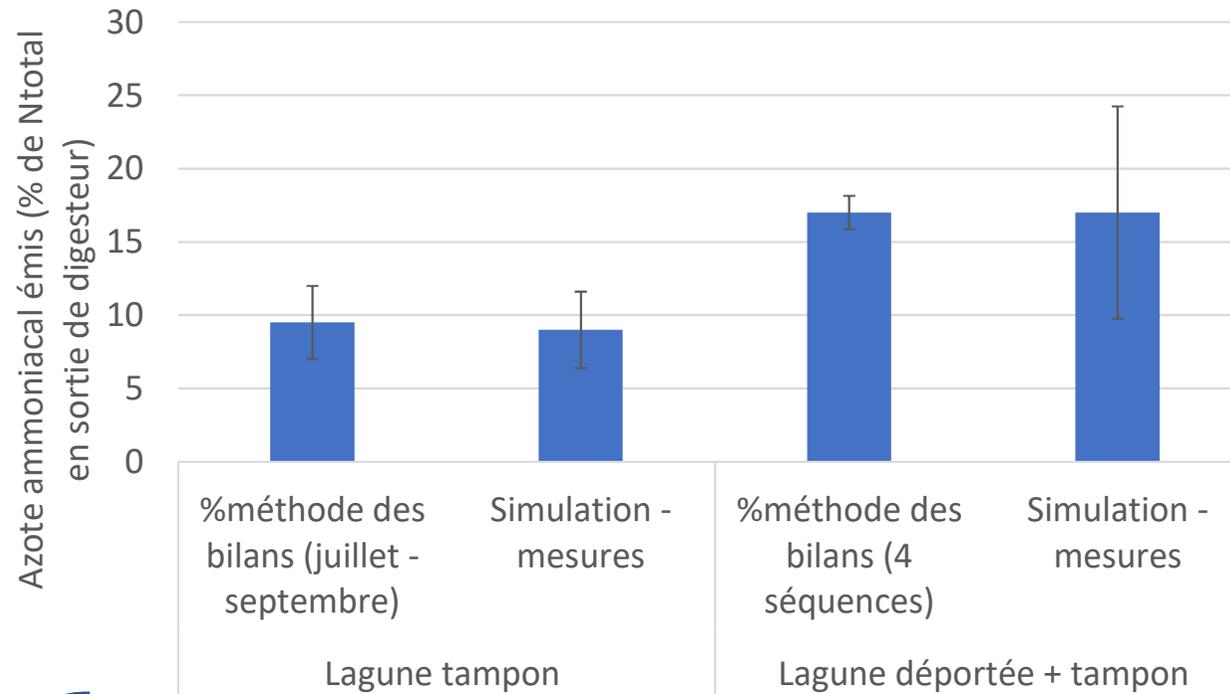
Concentré sur les 20 premiers jours de stockage

## ➤ Bilan sur les émissions de méthane observées in-situ

Emission totale moyenne annuelle estimée de  $1,9 \pm 0,6\%$



## ➤ Bilan sur les pertes par volatilisation observées in-situ



44% du digestat est épanché depuis la lagune tampon



Total de pertes à 14% du N en sortie du digesteur (entre 13 et 24% si extrapolation à tous les digestats)



71 % des émissions d'avril à septembre

## ➤ Principales conclusions et perspectives

### Méthane

- ✓ Temps de séjour des matières = paramètre déterminant (pivot vers 80-90 jours)
- ✓ Stockage tampon avec récupération du biogaz = solution prometteuse (entre -40 et -75% d'émission de méthane au stockage selon les scénarios de gestion des digestats)

#### Pour aller plus loin :

- Evaluation de solutions de réduction

### Ammoniac

- ✓ Effet du croutage sur les émissions limité par son caractère progressif et aléatoire.
- ✓ Effet de la couverture, même uniquement des 2,5 premiers mois de stockage, significatif
- ✓ Nécessité de combiner la couverture des stockages avec des mesures de réduction à l'épandage pour préserver la plus-value de la couverture (condition climatiques, délai avant travail du sol, matériel d'épandage).

INRAE

**Aile** initiatives  
énergie  
environnement

**ACE**  
MÉTHANISATION 



Projet Metha3G : Utiliser la méthanisation pour optimiser les services écosystémiques liés au sol au sein d'un territoire agricole

14/11/24

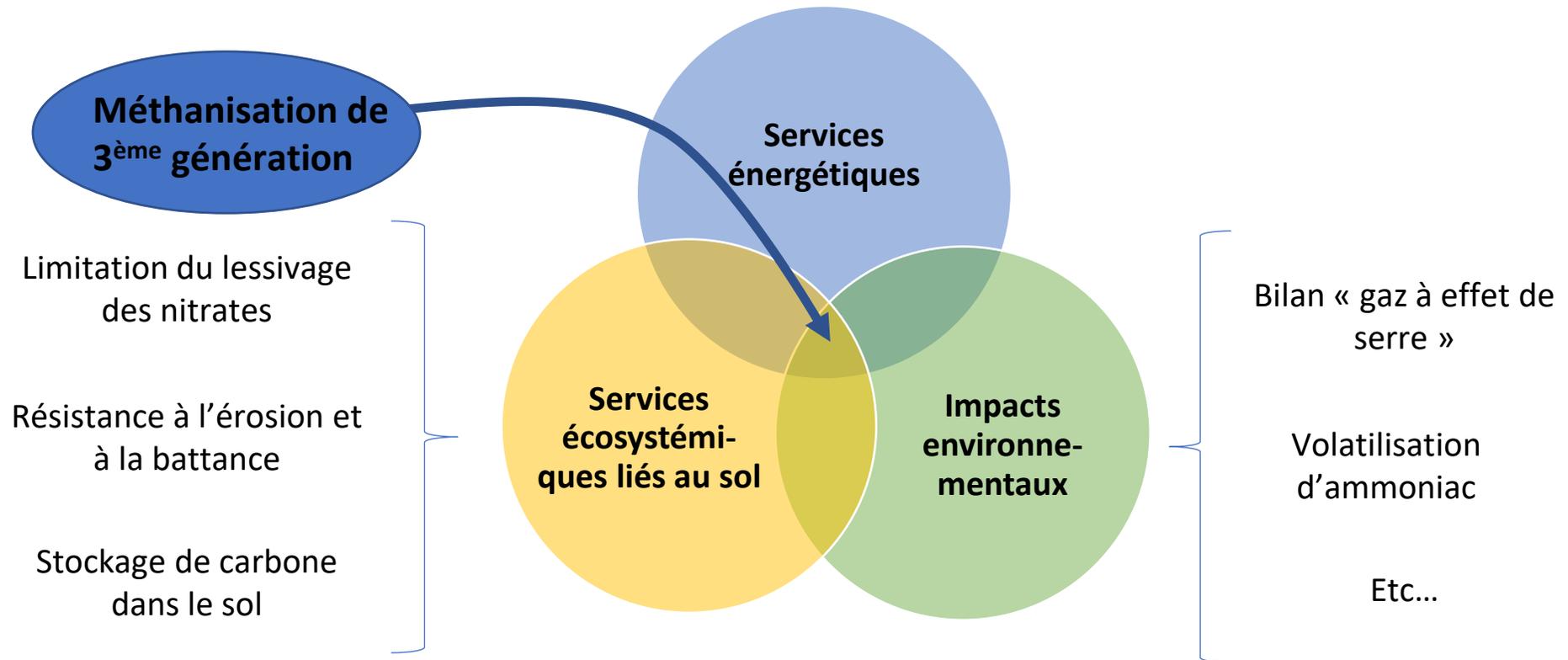


  
**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**ADEME**  
  
AGENCE DE LA  
TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE

## ➤ Pourquoi ce projet ? Métha3G : Concept de la 3<sup>ème</sup> génération de méthaniseurs

➔ 3<sup>ème</sup> génération de méthaniseurs : Une filière de méthanisation qui optimise ses services environnementaux au même titre que sa production d'énergie (moteur de la transition agro-écologique)



...tout en conservant ou en améliorant leurs performances socio-économiques.

## ➤ La 3<sup>ème</sup> génération de méthaniseurs existe-t-elle déjà ?

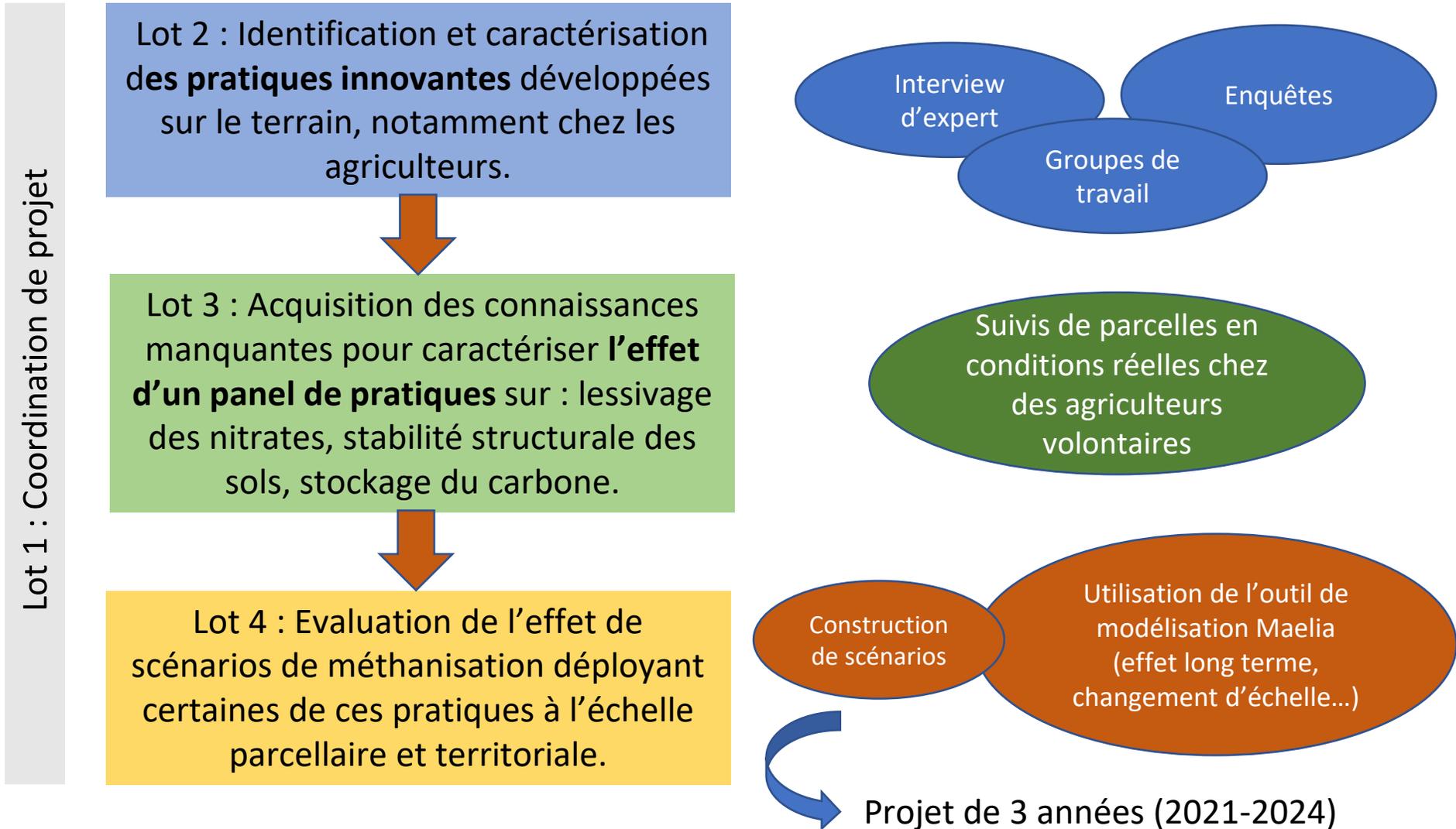
➔ **Oui !** Chez de nombreux pionniers mais pour se développer 3 principaux verrous doivent être levés :

- identifier et contextualiser les innovations en cours de développement sur le terrain, et leurs potentiels services rendus ;
- produire des références sur les effets de ces pratiques
- évaluer les performances de ces systèmes innovants (système de culture + méthanisation) en termes de productions alimentaire et énergétique, de services écosystémiques et d'impacts négatifs



Echelle de territoires agricoles

## ➤ Objectifs de Métha3G et choix méthodologiques

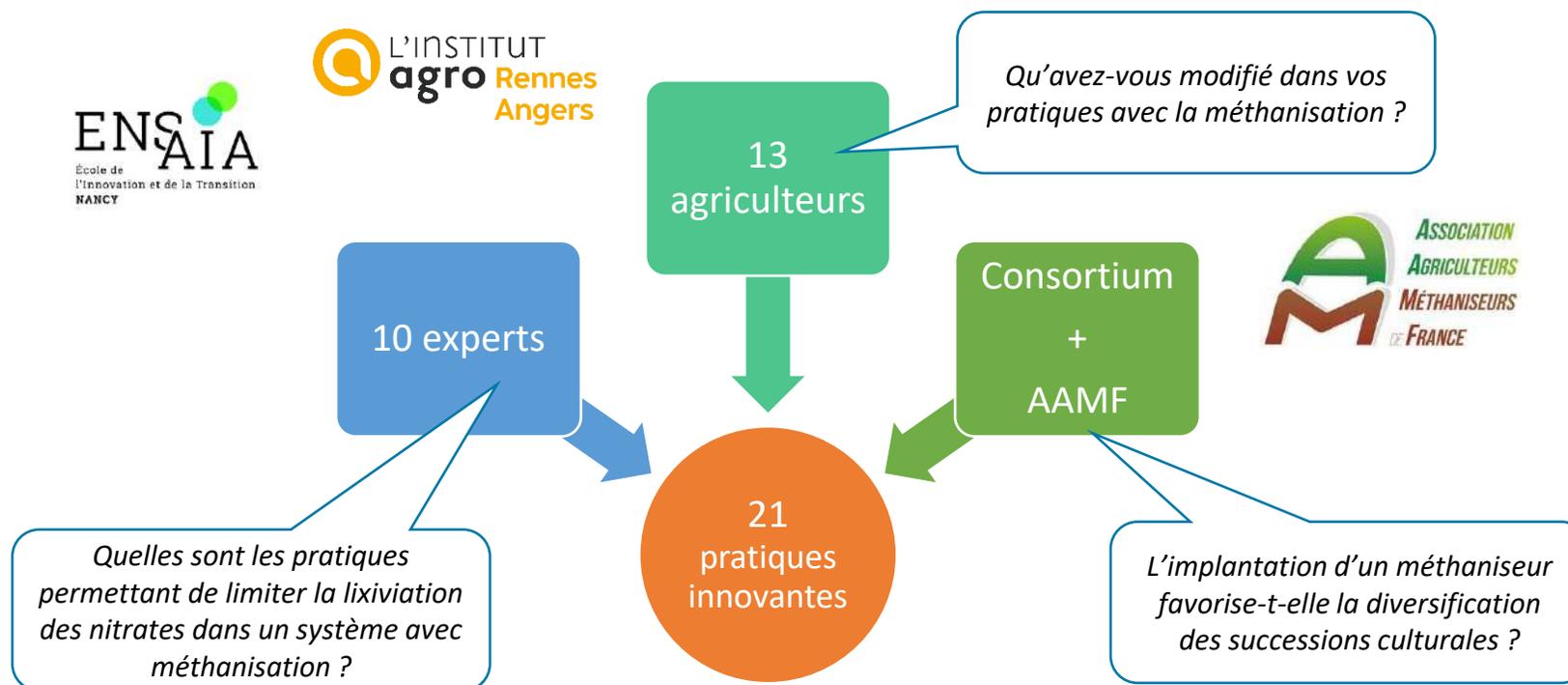


# ➤ Quelles pratiques innovantes ont été identifiées ?

➔ Éléments de méthode

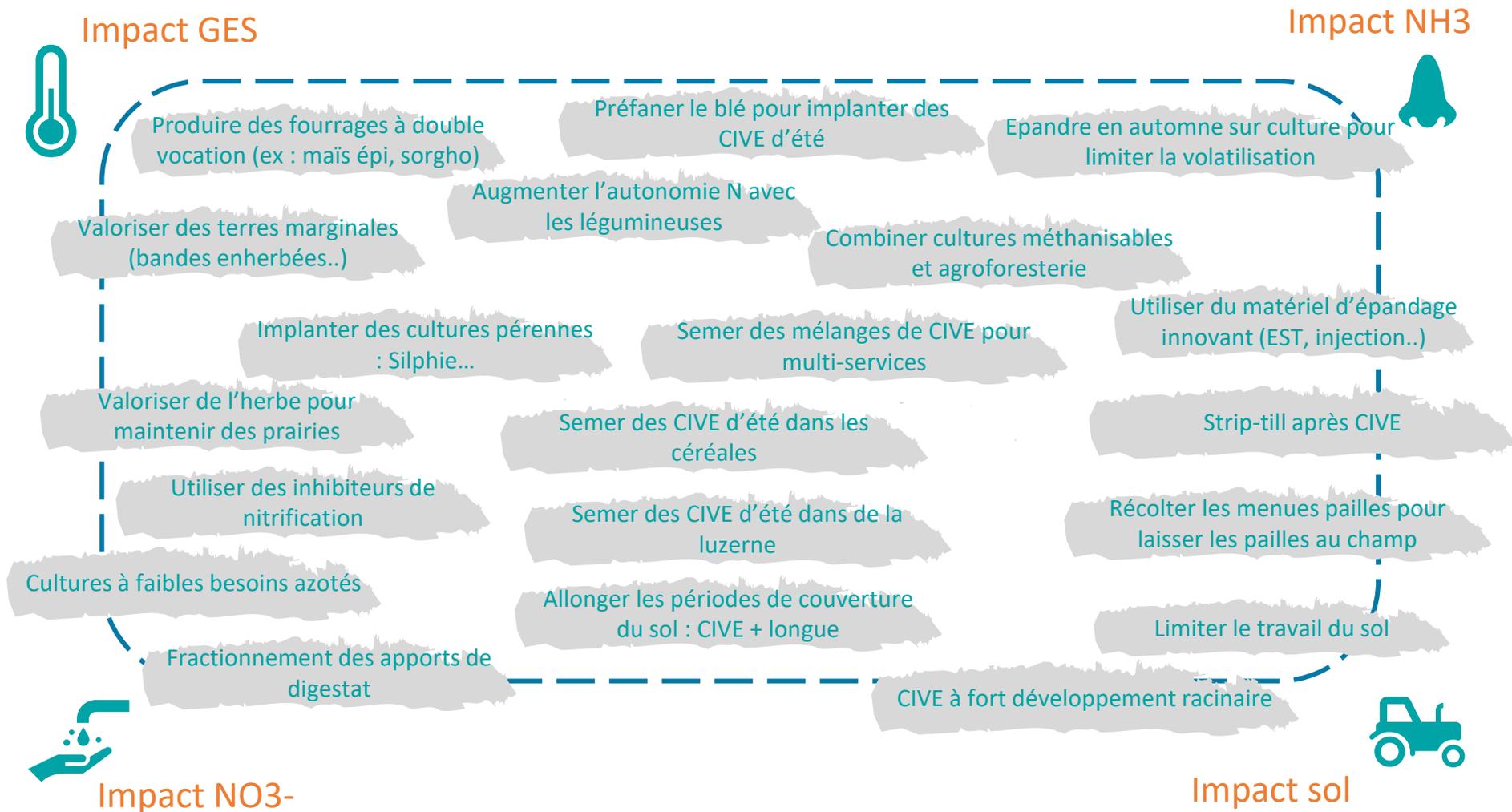
Enquêtes - étudiants

Ateliers de travail



# ➤ Quelles pratiques innovantes ont été identifiées ?

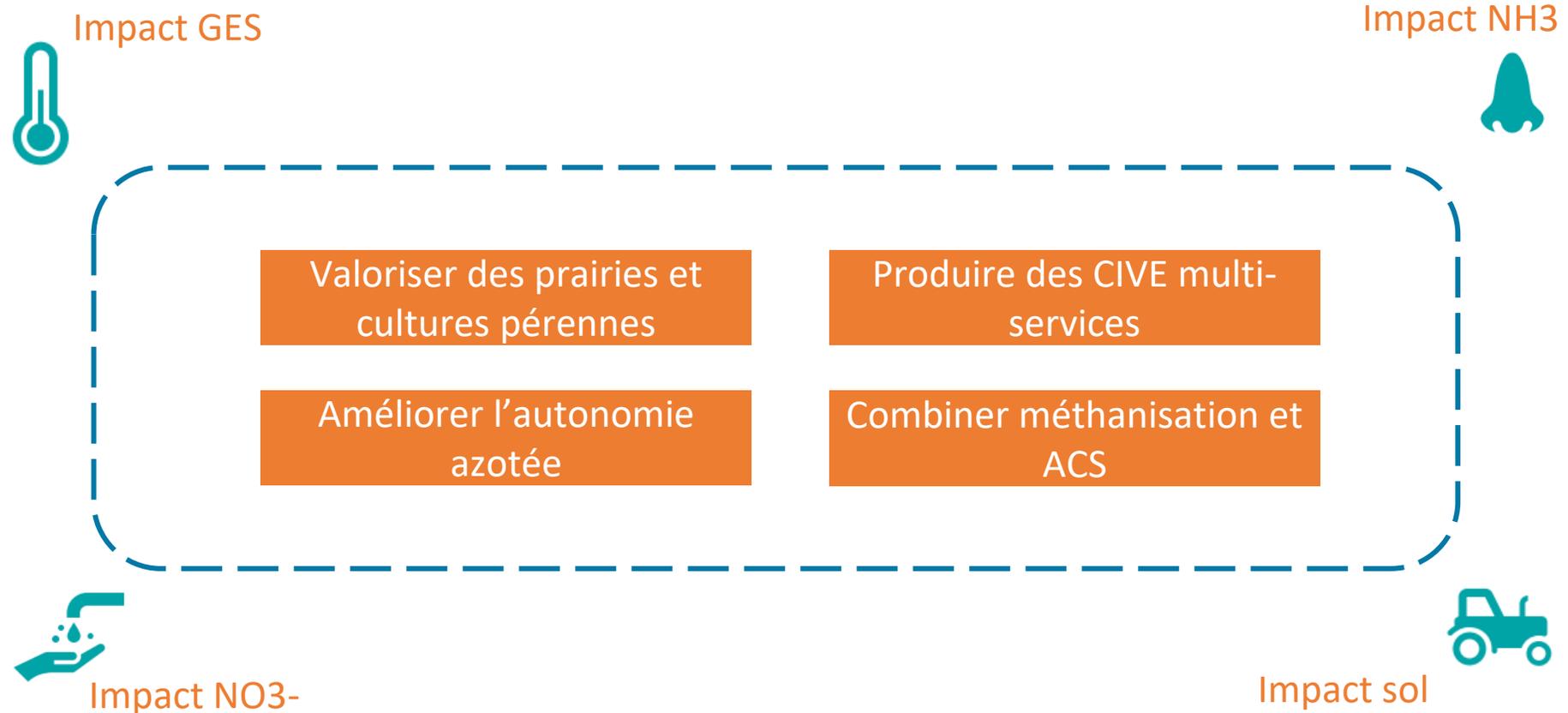
➔ Une myriade de pratiques identifiées...



# ➤ Quelles pratiques innovantes ont été identifiées ?

➔ Une myriade de pratiques identifiées...

... parmi lesquelles il a fallu sélectionner...



# ➤ Quelles pratiques innovantes ont été identifiées ?

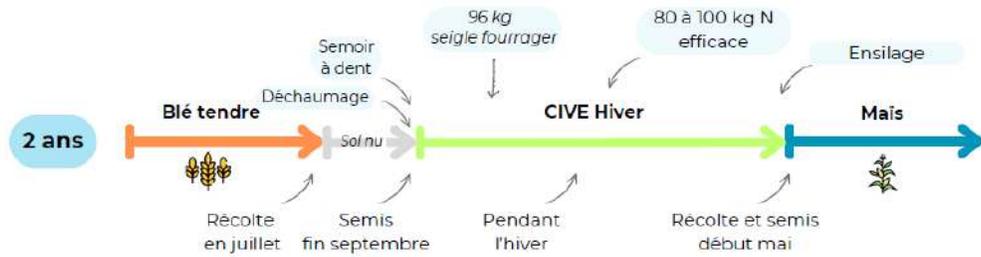
➔ Une myriade de pratiques identifiées...

... parmi lesquelles il a fallu sélectionner...



## ➤ Fiche n°1 : Produire des CIVE en maximisant les bénéfiques environne taux ?

### CIVE - Système de référence



- Objectifs recherchés :
- Améliorer son autonomie azotée
  - Minimiser les fuites de nitrates
  - Augmenter/maintenir les stocks de carbone dans les sols
  - Améliorer la structure des sols et réduire l'érosion

### CIVE Graminée - Légumineuse - Crucifère

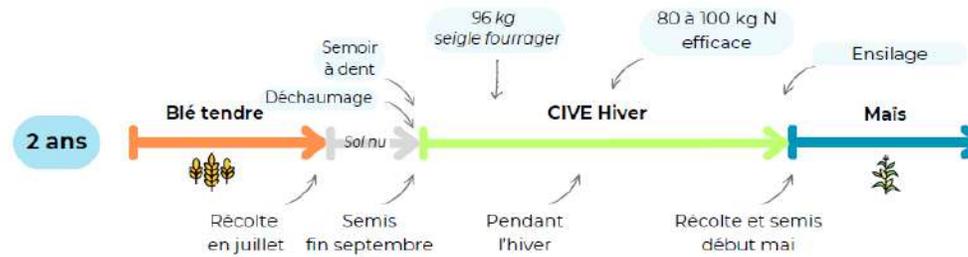


- Préconisations**
- Les crucifères peuvent apporter du soufre dans le méthaniseur mais leur quantité est trop faible pour engendrer des variations. Ne pas dépasser les doses requises.
  - Dans les secteurs gélifs, préférez le seigle ou le triticale à la place de l'avoine.

- Intérêts**
- L'avoine produit de la biomasse et n'est pas sensible au piétin échaudage.
  - La vesce fixe de l'azote et n'impacte pas le rendement de la céréales en culture seule (dans les proportions indiquées).
  - La moutarde se développe avant l'hiver et capte l'azote avant le lessivage hivernale.
  - Les effets de la CIVE sur le rendement de la culture principale peuvent être atténués par le co-bénéfice de la légumineuse.

## ➤ Fiche n°1 : Produire des CIVE en maximisant les bénéfiques environne taux ?

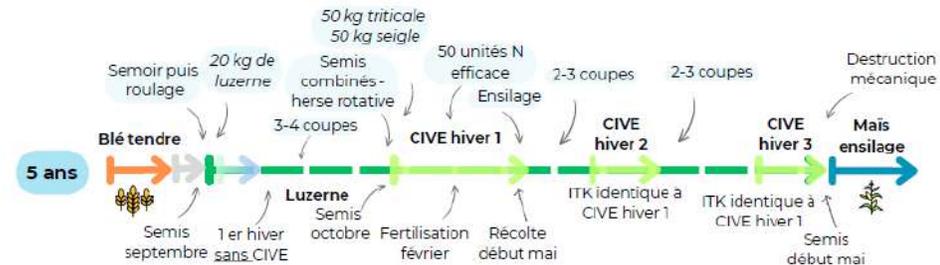
### CIVE - Système de référence



### Objectifs recherchés :

- Améliorer son autonomie azotée
- Minimiser les fuites de nitrates
- Augmenter/maintenir les stocks de carbone dans les sols
- Améliorer la structure des sols et réduire l'érosion

### CIVE semée sous couvert de luzerne



#### Préconisations

- La luzerne n'aime pas les sols acides, superficiels et humides
- Destruction mécanique améliore la minéralisation de l'azote par rapport à une destruction chimique, avec plus de disponibilité pour le maïs.
- Importance de la fertilisation P et K
- Une coupe de moins de luzerne après un hiver sous couvert de CIVE

#### Intérêts

- Augmenter l'autonomie azotée de l'exploitation tout en produisant de la biomasse méthanisable.
- Le reliquat de la luzerne peut être de 170 à 250 unités d'N.
- Intérêt sur la gestion des adventices.
- Forte comptabilité aux systèmes en agriculture biologique

# ➤ Fiche n°3 : Utiliser la méthanisation pour aller vers l'autonomie azotée de son exploitation

➔ 3 leviers explorés

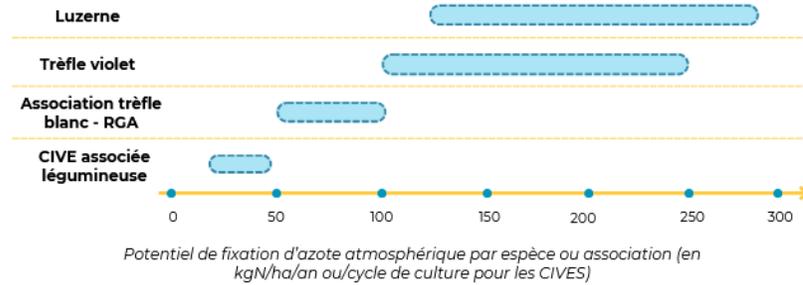
Légumineuses →



Minimisation des pertes

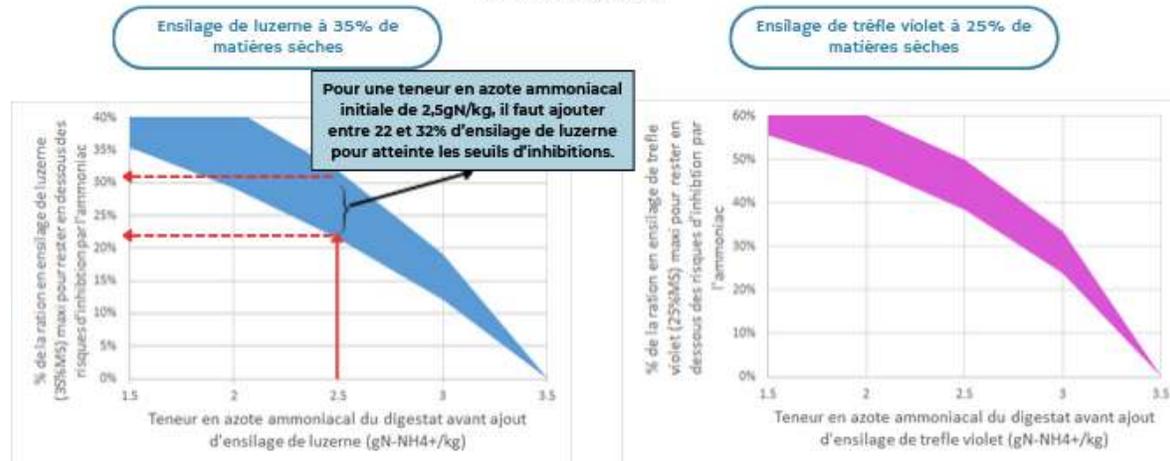
Co-substrats

Quelle insertion de légumineuse pour quelle efficacité ?

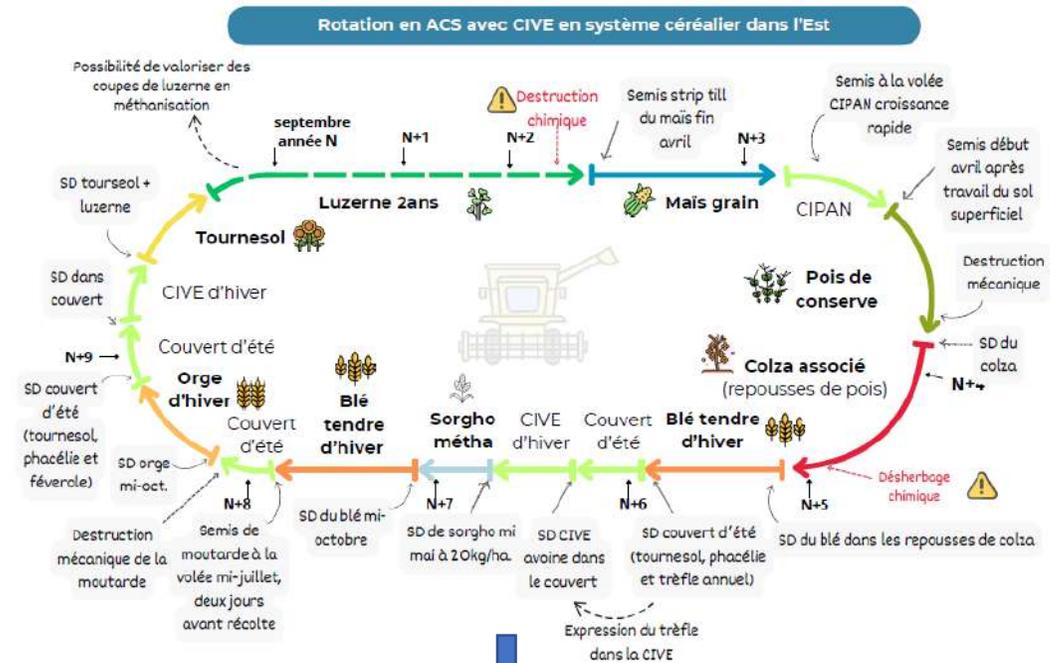
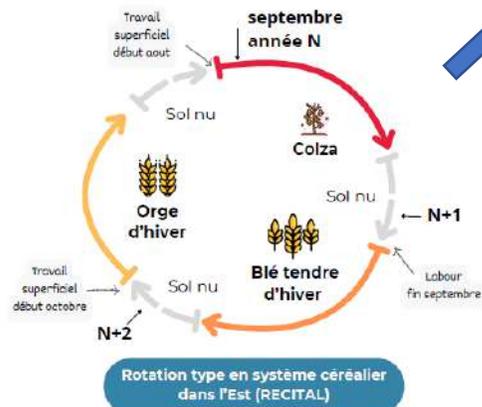
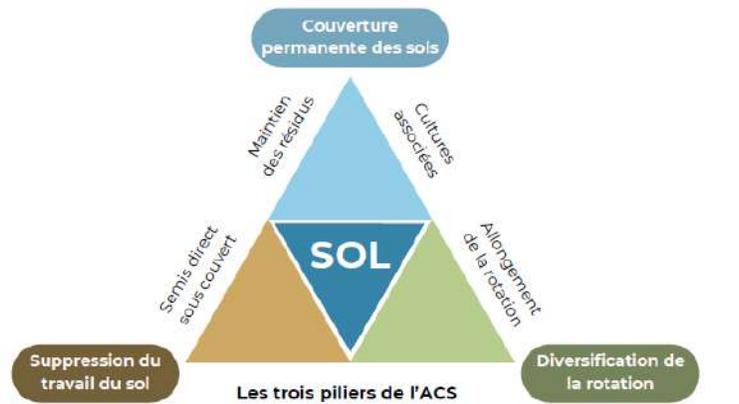


Quelle limites biologiques à l'utilisation des légumineuses en méthanisation ?

Doses limites d'ensilage de légumineuses pour éviter les risques d'inhibition par l'ammoniac (seuil à 3,5gN/kg)



# ➤ Fiche n°4 : Comment combiner méthanisation et agriculture de conservation des sols ?



	Rotation type	Rotation ACS
<b>DUREE DE LA ROTATION</b>	3 années	+ 10 années
<b>TAUX DE COUVERTURE</b>	92% 6-7 mois de sol nu sur 3 années	+ 100% Absence de sol nu
<b>TRAVAIL DU SOL</b>	Labour et travail superficiel	+ Semis direct et strip-till
<b>DIVERSITE DES ESPECES ET FAMILLES CULTIVEES</b>	CP : 3 espèces dont 2 graminées Pas CI	+ 8 espèces en CP dont 2 leg. et 4 gram + > 9 espèces en CI
<b>ALTERNANCE CULTURES PRINTEMPS-AUTOMNE</b>	Aucune	+ 4 années sur 8 (hors culture pérenne)
<b>PRESENCE D'UNE CULTURE PLURIANNUELLE</b>	Non	+ Oui
<b>DEPENDANCE AUX HERBICIDES</b>	Pas de destruction chimique de CI	- 2 destructions chimiques

## ➤ Fiche n°2 : Fiche cultures pérennes et économie.



### Quels avantages ?



Maîtrise des fuites d'azote



Stockage de carbone



Fertilité biologique et physique des sols



Réduction du risque de ruissellement et  
de l'érosion



Régulation des ravageurs et pollinisation

**La méthanisation, en apportant une voie de valorisation économique, peut-elle être une voie de valorisation des prairies ou des cultures pérennes ?**

## ➤ Dans quels contextes ?



Baisse du cheptel, en zone d'élevage



En region céréalière, pour diversifier des rotations



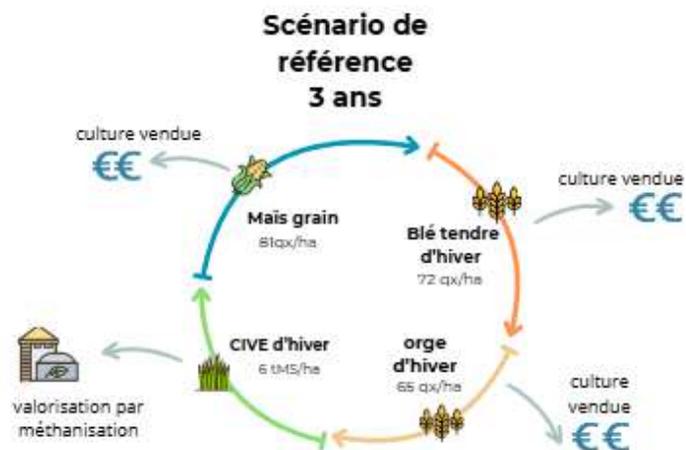
Dans des zones à forts enjeux environnementaux : zones de captage, marais...

## ➤ Méthaniser de l'herbe : rêve ou réalité ?

Comparaison du coût de production du MWh

	Maïs ensilage non irrigué		CIVE d'hiver		ensilage d'herbe PT de 5 ans		Prairie permanente	
Rendement total annuel (TMS/ha)	11	15	6	10	6	10	3	5
Coût sur pied avec MO (€/TMS)	100	80	46	35	64	50	20	12
Mode de récolte	Ensilage		Ensilage		Ensilage		Ensilage	
Nombre de coupes	1		1		2	2	1	1
Coût de la récolte par coupe	35	33	60	35			98	68
Frais de stockage (€/TMS)	12		12		12		12	
Coût de production (€/ha)	1618	1873	708	820	1044	1300	390	460
Pouvoir méthanogène (Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /TMO)	350		320	280	320		300	
m <sup>3</sup> de CH <sub>4</sub> produit/ha	3427	4673	1728	2520	1728	2304	810	1350
MWhPCS produit/ha	38	52	19	28	19	26	9	15
<b>Coût de la biomasse rendue silo</b>								
<b>Par tonne de MS</b>	<b>147</b>	<b>125</b>	<b>118</b>	<b>83</b>	<b>174</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>92</b>
Par Nm <sup>3</sup> de CH <sub>4</sub> produit	0.47	0.40	0.41	0.33	0.60	0.45	0.48	0.34
Par MWhPCS produit	43	36	37	30	55	41	43	31
<b>Par MWhPCS vendu (€/MWh)</b>	<b>47</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>33</b>	<b>61</b>	<b>45</b>	<b>48</b>	<b>34</b>

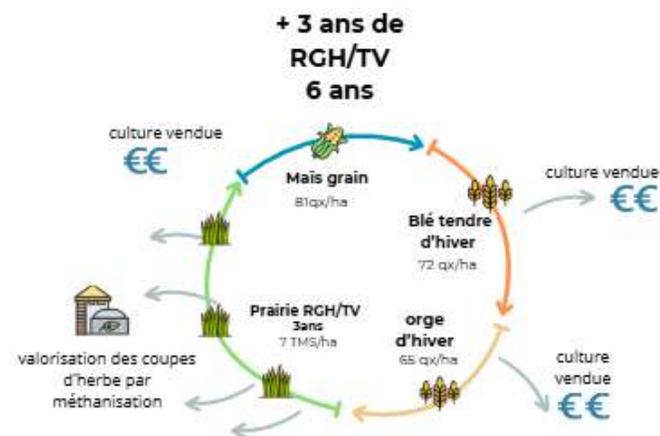
# ➤ Insérer de l'herbe dans une rotation céréalière



## Marge de la rotation céréalière

Durée de la rotation	3 ans
Marge semi-nette du blé tendre	539€/ha
Marge semi-nette CIVE	201 €/ha
Marge semi-nette maïs grain	442 €/ha
Marge semi-nette orge d'hiver	249 €/ha
<b>Marge semi-nette moyenne sur la succession</b>	<b>477 €/ha/an</b>

VS



## Marge de la rotation avec prairie

Durée de la rotation	6 ans
Rendement moyen de l'herbe	<b>7 TMS/ha/an</b>
Coût de production complet	1015 €/ha
Aides PAC	256 €/ha
Quantité de biométhane injectée	19,9 MWh/an
Coût de d'injection	104 €/MWh
Chiffre d'affaire injection	163 €/MWh
<b>Marge semi-nette</b>	<b>443€/ha/an</b>

# ➤ Insérer de l'herbe dans une rotation céréalière

Sensibilité aux prix et aux rendements

## Variation des marges cultures et prairies

le rendement de la prairie varie de 5% entre chaque colonne

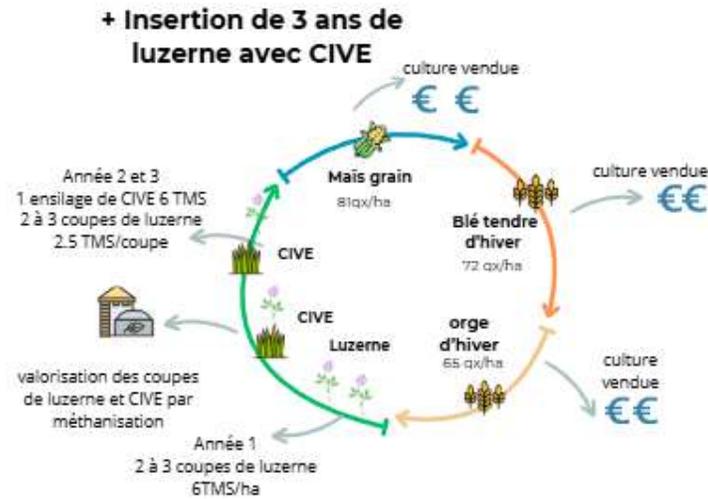
Valeur de la marge moyenne pour une prairie à 8TMS/ha

	3,5 TMS/ha					5 TMS/ha					Prairie à 7 TMS/ha					8					9					10,5																															
	-45%	-40%	-35%	-30%	-25%	-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	-45%	-40%	-35%	-30%	-25%	-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%																	
-45%	19	4	26	48	70	92	114	137	159	181	203	225	247	270	292	314	336	358	380	402	270	292	314	336	358	380	402	424	446	468	490	512	534	556	578	600	622	644	666	688	710	732	754	776	798	820											
-40%	42	20	2	24	46	68	91	113	135	157	179	201	224	246	268	290	312	334	356	379	246	268	290	312	334	356	379	401	423	445	467	489	511	533	555	577	599	621	643	665	687	709	731	753	775	797	819										
-35%	66	44	22	0	22	45	67	89	111	133	155	177	200	222	244	266	288	310	333	355	222	244	266	288	310	333	355	377	400	422	444	466	488	510	532	554	576	598	620	642	664	686	708	730	752	774	796	818	840								
-30%	90	68	46	24	1	21	43	65	87	109	131	154	176	198	220	242	264	287	309	331	198	220	242	264	287	309	331	353	375	397	419	441	463	485	507	529	551	573	595	617	639	661	683	705	727	749	771	793	815	837							
-25%	114	92	70	47	25	3	19	41	63	85	108	130	152	174	196	218	241	263	285	307	174	196	218	241	263	285	307	329	351	373	395	417	439	461	483	505	527	549	571	593	615	637	659	681	703	725	747	769	791	813	835						
-20%	138	116	93	71	49	27	5	17	39	62	84	106	128	150	172	195	217	239	261	283	150	172	195	217	239	261	283	305	327	349	371	393	415	437	459	481	503	525	547	569	591	613	635	657	679	701	723	745	767	789	811	833					
-15%	162	139	117	95	73	51	29	7	16	38	60	82	104	126	149	171	193	215	237	259	126	149	171	193	215	237	259	281	303	325	347	369	391	413	435	457	479	501	523	545	567	589	611	633	655	677	699	721	743	765	787	809					
-10%	185	163	141	119	97	75	53	30	8	14	36	58	80	103	125	147	169	191	213	236	103	125	147	169	191	213	236	258	280	302	324	346	368	390	412	434	456	478	500	522	544	566	588	610	632	654	676	698	720	742	764	786	808				
-5%	209	187	165	143	121	99	76	54	32	10	12	34	57	79	101	123	145	167	190	212	79	101	123	145	167	190	212	234	256	278	300	322	344	366	388	410	432	454	476	498	520	542	564	586	608	630	652	674	696	718	740	762	784	806			
0%	233	211	189	167	145	122	100	78	56	34	12	11	33	55	77	99	121	144	166	188	55	77	99	121	144	166	188	210	232	254	276	298	320	342	364	386	408	430	452	474	496	518	540	562	584	606	628	650	672	694	716	738	760	782	804		
5%	257	235	213	191	168	146	124	102	80	58	35	13	9	31	53	75	98	120	142	164	31	53	75	98	120	142	164	186	208	230	252	274	296	318	340	362	384	406	428	450	472	494	516	538	560	582	604	626	648	670	692	714	736	758	780	802	
10%	259	237	214	192	170	148	126	104	81	59	37	15	7	29	52	74	96	118	140	162	29	52	74	96	118	140	162	184	206	228	250	272	294	316	338	360	382	404	426	448	470	492	514	536	558	580	602	624	646	668	690	712	734	756	778	800	
15%	249	227	204	182	160	138	116	94	72	50	28	6	1	28	50	72	94	116	138	160	28	50	72	94	116	138	160	182	204	226	248	270	292	314	336	358	380	402	424	446	468	490	512	534	556	578	600	622	644	666	688	710	732	754	776	798	820
20%	306	284	262	240	218	196	173	151	129	107	85	63	40	18	4	26	48	70	92	114	40	62	84	106	128	150	172	194	216	238	260	282	304	326	348	370	392	414	436	458	480	502	524	546	568	590	612	634	656	678	700	722	744	766	788	810	
25%	330	308	286	264	242	219	197	175	153	131	109	87	64	42	20	2	24	46	68	90	64	86	108	130	152	174	196	218	240	262	284	306	328	350	372	394	416	438	460	482	504	526	548	570	592	614	636	658	680	702	724	746	768	790	812		
30%	354	332	310	288	266	243	221	199	177	155	133	110	88	66	44	22	0	23	45	67	88	110	132	154	176	198	220	242	264	286	308	330	352	374	396	418	440	462	484	506	528	550	572	594	616	638	660	682	704	726	748	770	792	814			
35%	378	356	334	311	289	267	245	223	201	179	156	134	112	90	68	46	23	1	21	43	112	134	156	178	200	222	244	266	288	310	332	354	376	398	420	442	464	486	508	530	552	574	596	618	640	662	684	706	728	750	772	794	816				
40%	402	380	357	335	313	291	269	247	225	203	180	158	136	114	92	69	47	25	3	45	136	158	180	202	224	246	268	290	312	334	356	378	400	422	444	466	488	510	532	554	576	598	620	642	664	686	708	730	752	774	796	818					
45%	426	403	381	359	337	315	293	271	248	226	204	182	160	138	115	93	71	49	27	49	160	182	204	226	248	270	292	314	336	358	380	402	424	446	468	490	512	534	556	578	600	622	644	666	688	710	732	754	776	798	820						
50%	449	427	405	383	361	339	317	294	272	250	228	206	184	161	139	117	95	73	51	73	206	228	250	272	294	316	338	360	382	404	426	448	470	492	514	536	558	580	602	624	646	668	690	712	734	756	778	800	822	844	866	888	910	932	954	976	998

la marge culture varie de 5% entre chaque ligne

Avec un rendement à 8tMS/ha, la marge de la rotation avec prairie est supérieure de 33€/ha à celle de la rotation sans prairie

## ➤ Insérer une luzerne + CIVE



### Marge de la luzerne-CIVE

Durée de la rotation	3 ans
Rendement luzerne année 1	6 TMS/ha
Rendement luzerne année 2 et 3	7 TMS/ha
Rendement CIVE année 2 et 3	6 TMS/ha
Marge luzerne année 1	1158 €/ha
Marge luzerne année 2 et 3	17 MWh/ha
Marge CIVE année 2 et 3	104 €/MWh
Arrière-effet N pris en compte	80 kg N/ha année 1 30 kgN/ha année 2
Marge semi-nette du maïs	542€/ha
Marge semi-nette du blé	546 €/ha
Marge semi-nette de l'orge	261 €/ha
<b>Marge semi-nette sur l'ensemble de la rotation</b>	<b>333 €/ha</b>

La marge est inférieure avec la luzerne  
Avec un bonus PAC de 150€/ha (luzerne deshydratée) le scénario devient intéressant

## ➤ Comparaison des rotations

	SCÉNARIO DE REFERENCE	PRAIRIE MIXTE GRAMINÉE LÉGUMINEUSE	LUZERNE CIVE	
RESILIENCE FACE A LA VOLATILITE DES PRIX	⊖	⊕	⊕ ⊕	
FACILITÉ DE MISE EN OEUVRE ET REPLICABILITÉ	⊕	⊕	⊖	Sur les sols acides, remplacer la luzerne par du trèfle violet
MAITRISE DE LA LIXIVIATION DES NITRATES SUR L'ENSEMBLE DE LA ROTATION	⊖	⊕	⊕ ⚠	Après la luzerne, pas de fertilisation sur la culture suivante
STOCKAGE DU CARBONE	= ⚠	⊕	⊕ ⊕	Pour le scénario de référence, dépend du retour au sol des pailles
MAITRISE DE L'EROSION ET RESISTANCE A LA BATTANCE	⊖	⊕	⊕	Les céréales à paille ne couvrent pas suffisamment le sol.
FOURNITURE D'INTRANTS AUX CULTURES SUIVANTES	=	⊕	⊕ ⊕	

⊕ Impact bénéfique de la rotation      ⊖ Impact négatif de la rotation

(1) Le reliquat N après la luzerne sera très important : de l'ordre de 170 à 250 kgN/ha. La maîtrise de la fertilisation sur les cultures suivantes est indispensable pour maîtriser les risques de fuites.

(2) Les couverts pérennes génèrent d'autres effets : régulation des ravageurs, pollinisation, limitation des adventices, refuge de biodiversités....

## ➤ Des reactions ?

Merci de votre attention

# Ferti-Dig : le guide



- Site web : <https://fertiliser-avec-des-digestats.fr/>
  - Généralités sur la méthanisation et les digestats
  - Fiche par classes de digestat
  - Effets des digestats
  - Quizz
  - Conseils en fertilisation
- Pour tous les publics conseillers, agriculteurs, enseignants
- Un projet multi-partenaires financé par l'ADEME et GRDF :



# Le digestat et vous ?

- Mini-questionnaire pour communiquer avec la filière et les politiques :



# Perspectives - Digestat

PREVU	En 2025 ?	VOS BESOINS ?
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résultats au champ du projet Méthabiosol à venir</li> <li>- Poursuite du suivi réglementaire (directive nitrates, socle commun, etc.) + statut du digestat (CSF*)</li> <li>- Article de presse Digestat à venir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retour PFAS (= perfluorés)</li> <li>- Financement expé. dates d'épandage</li> </ul>	

\*CSF : Comité Stratégique de Filière

# Perspectives - Digestat

PREVU	En 2025 ?	VOS BESOINS ?
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résultats au champ du projet Méthabiosol à venir</li> <li>- Poursuite du suivi réglementaire (directive nitrates, socle commun, etc.) + statut du digestat (CSF*)</li> <li>- Article de presse Digestat à venir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retour PFAS (= perfluorés)</li> <li>- Financement expé. dates d'épandage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Logistique (2 fiches conseils transport/épandage sur espace adhérent)</li> <li>- Réglementaire (une fiche Cahier Des Charges )</li> </ul>

\*CSF : Comité Stratégique de Filière

# Session 2 – Intrants

**Biodéchets** : Etude déconditionnement : suivi de performances sur sites  
(dont adhérents AAMF) **Thierry ROLLAND, ADEME**



# Principaux aspects réglementaires biodéchets

1. Réglementation ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) => **2781-2 (analyses digestat, etc.)** ; un porté à connaissance peut parfois suffire (site en enregistrement)
2. Réception de biodéchets emballés : => rubrique **ICPE 2783** spécifique pour l'installation de **déconditionnement**
3. Obligation de créer ou mettre à jour le dossier d'agrément sanitaire pour l'unité de traitement des biodéchets
4. (Attention statut agricole ! Et tarif 2011 avec p2 qui concerne les GMS)
5. Obligation d'hygiéniser (1h à 70°C) les biodéchets, encadrée par le règlement sanitaire européen sur les sous produits animaux

## Matières de catégorie 2 dérogatoires:

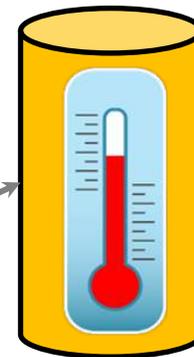
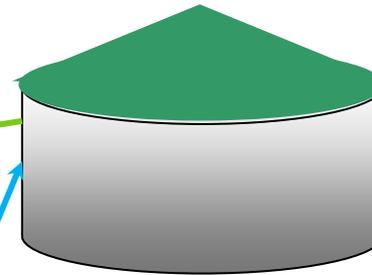
- Ex : Lisiers et fumiers d'une liste fermée d'élevages

## Matières de catégorie 3 dérogatoires:

- Ex : Lait, colostrum et dérivés
- Ex : Déchets de cuisine et table **hygiénisés** dans une usine agréée

## Matières de catégorie 3 :

- Ex : Déchets de cuisine et table
- Ex : Déchets de **GMS** (Grandes Moyennes Surfaces)
- Ex : Déchets **IAA** (Industries Agroalimentaires)



Hygiénisation

(1h à 70°C)

Privilégier l'hygiénisation  
HORS SITE  
structure indépendante, etc.



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# Suivi du fonctionnement d'unités de déconditionnement

Journée AAMF commission Biomasse

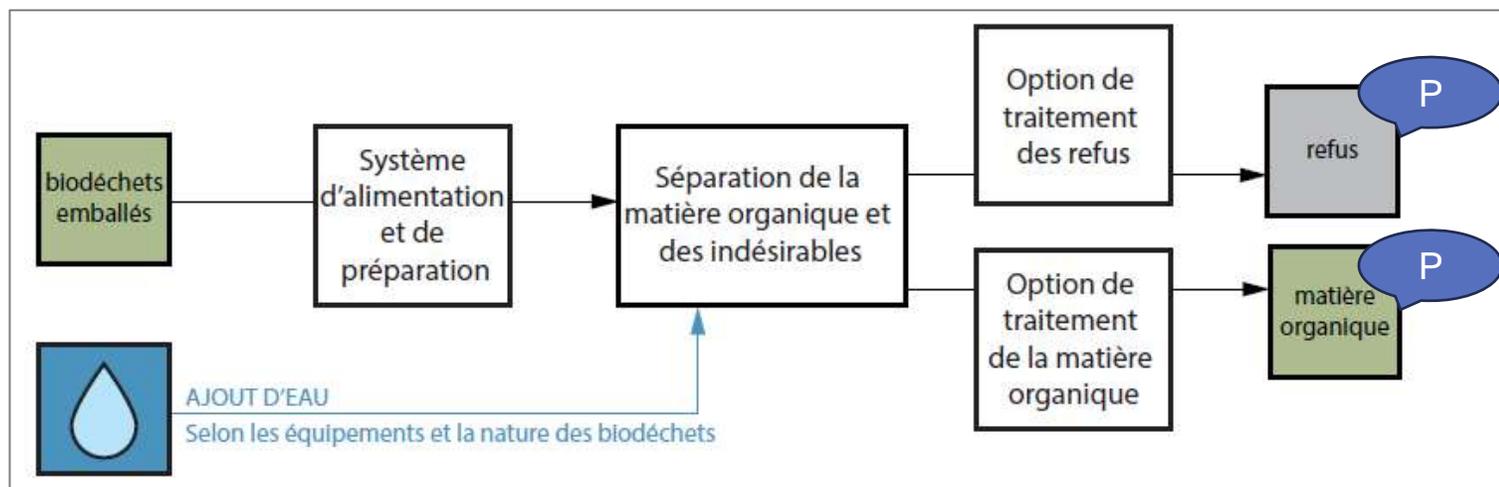
14 novembre 2024

# Objectifs de l'étude

- Suivre le fonctionnement de 7 unités de déconditionnement volontaires (dont 5 sites AAMF) sur une durée maximale de 6 mois,
- Qualifier les matières entrantes et sortantes dans ces équipements,
- Caractériser les avantages et les limites des équipements suivis,
- Évaluer la qualité des pulpes organiques obtenues pour garantir un retour au sol répondant aux exigences de la réglementation en vigueur,
- Et étudier les conditions de travail liées à leur utilisation et les temps passés.

# Méthodologie

- Transmission mensuelle des informations à collecter (6 mois maximum)
- Prélèvements journaliers d'échantillons (soupe – refus) pendant 5 jours consécutifs



- Analyses réalisées :
  - Pulpe : humidité, MS, MO, agronomie, métaux lourds, inertes résiduels > 2 mm,
  - Refus : teneur en cendres, perte au feu, PCI, MONS, inertes résiduels > 2 mm

# Bilan de fonctionnement

Type d'équipement de déconditionnement :

SMIMO, FLEXIDRY M, FLEXIBOOST, FLEXIDRY V4, TIGER Depack, MAVITEC

Avec ou sans équipements complémentaires

Intrants :

- GMS + IAA
- biodéchets ménages et restauration (3)

Valorisation de la pulpe organique : méthanisation interne (3) ou externe (4)

# Bilan de fonctionnement

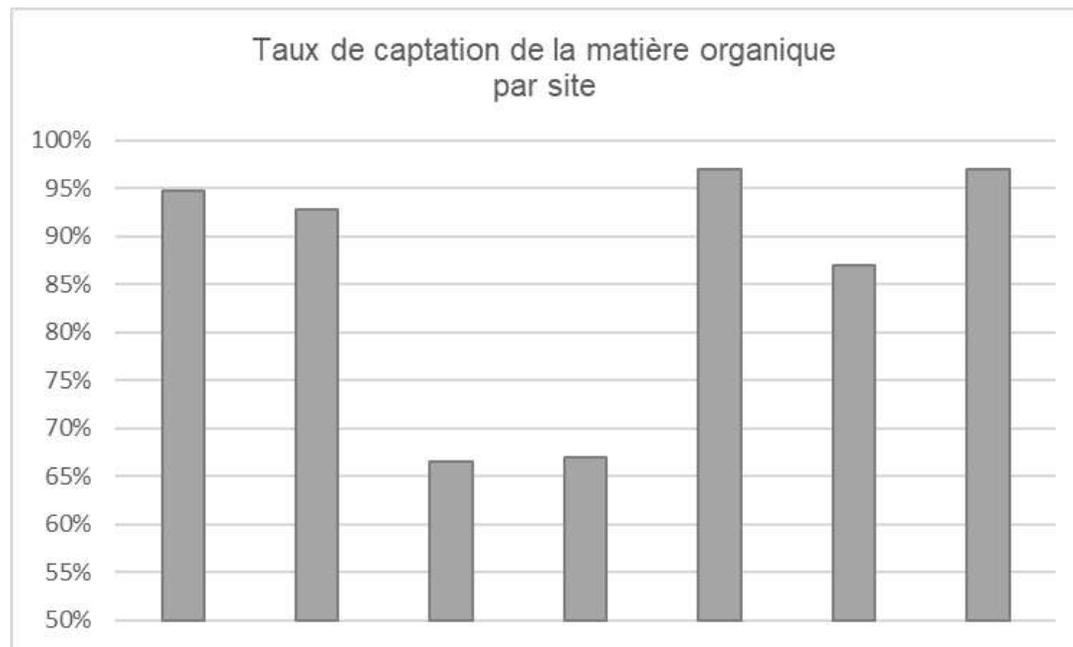
		Site n°1	Site n°2	Site n°3	Site n°4	Site n°5	Site n°6	Site n°7
Consommation électrique	kWh/t entrantes	9.81		3.65	11.80	2.67	32.21	1.93
Consommation en eau	m3/t entrantes	0.08		0.58	2.13	0.25	0.23	0.24
Personnel dédié	EPT/kt.mois	1.1	1.6	3.9	1.7	4.2	3.3	2.0
Quantités de refus	t/t entrantes	0.10		0.07	0.18	0.09	0.11	0.04
Distance de provenance des entrants	km/t	1.63			0.08	0.33		

		Site n°1	Site n°2	Site n°3	Site n°4	Site n°5	Site n°6	Site n°7
Maintenance	€/t traitée	3,56	0,8	1,41	2,08	2,5		9
Investissement	€/t traitée	62	24	163	130	208	24	27

# Performance des installations

## 1. Taux de captation de la matière organique

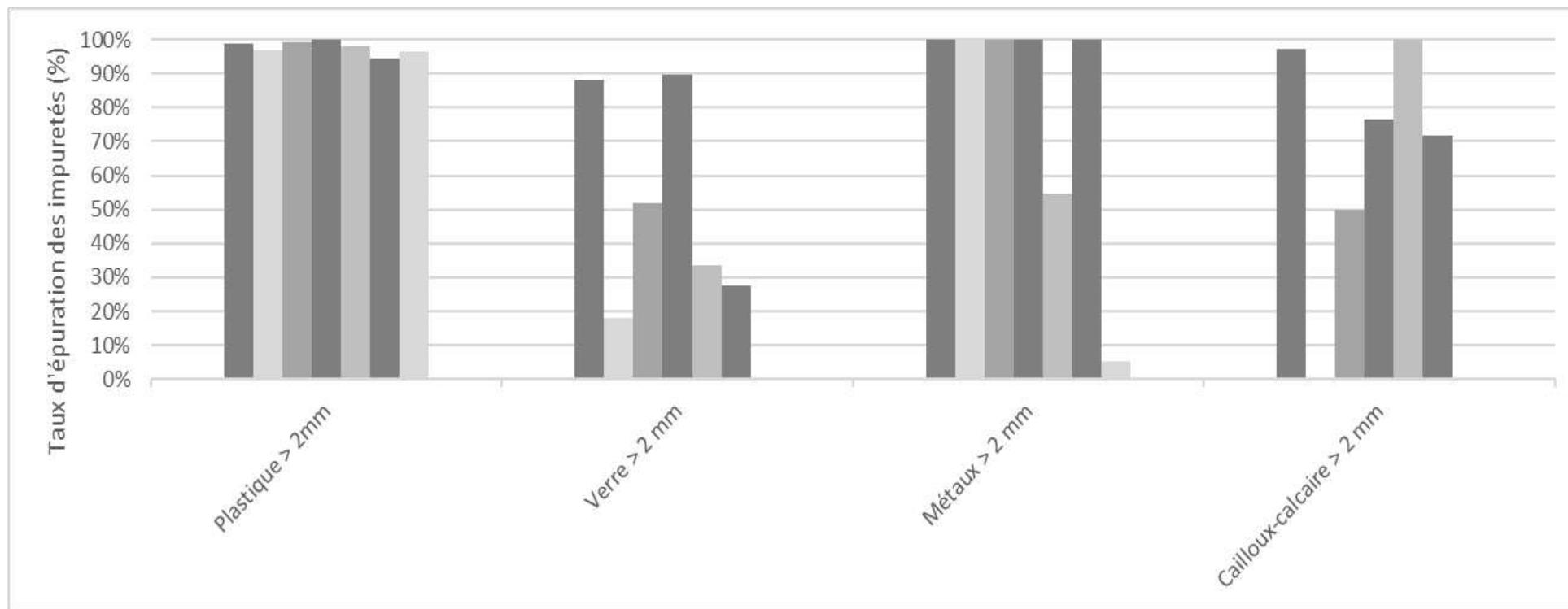
$$\text{taux de captation} = \frac{\text{Quantité de matière organique séparée}}{\text{Quantité de matière organique du flux entrant}}$$



# Performance des installations

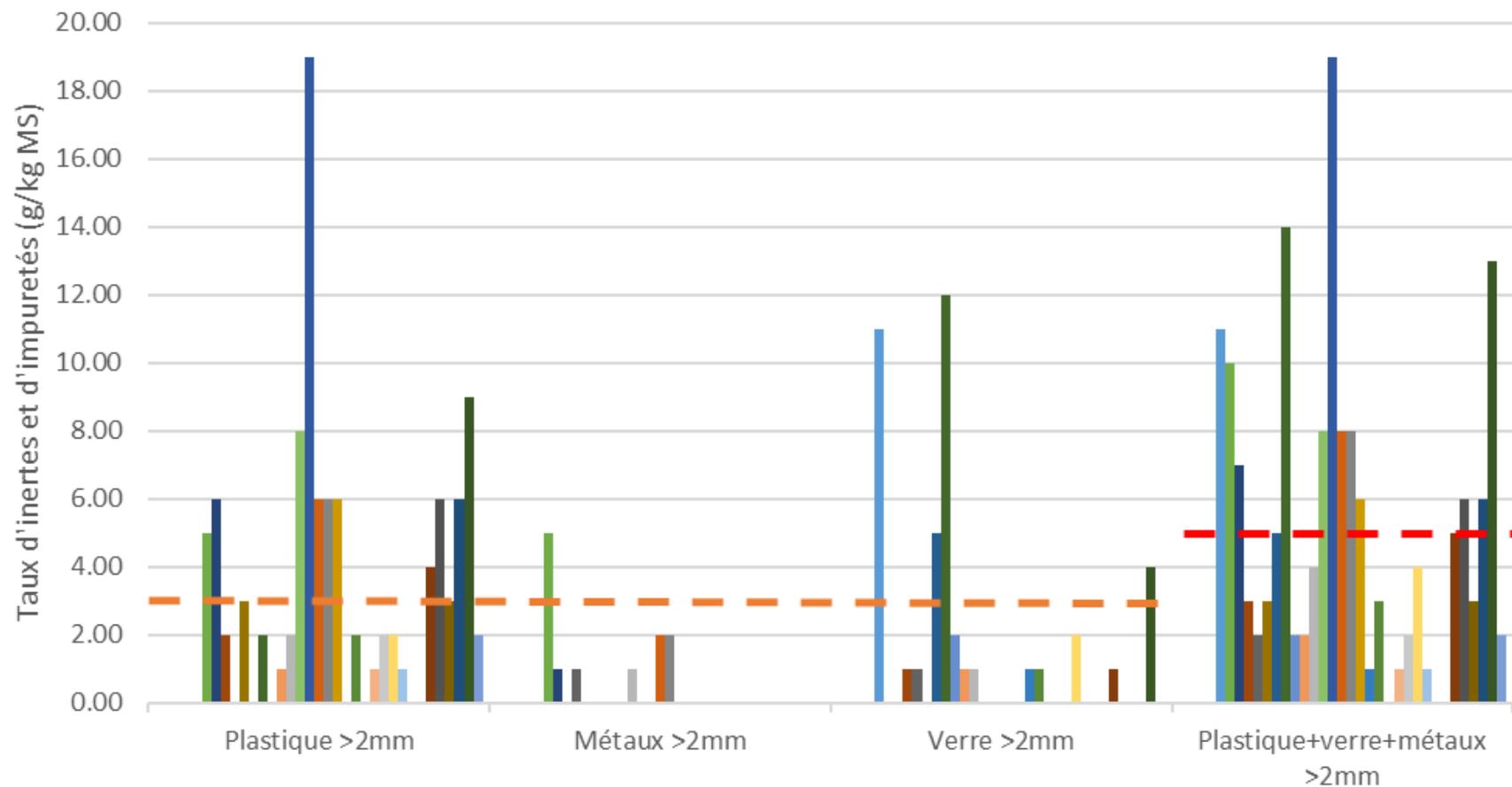
$$\text{taux d'épuration} = \frac{\text{Quantité de refus séparés}}{\text{Quantité de refus du flux entrant}}$$

## 2. Taux d'épuration des indésirables



# Qualité des pulpes organiques

Taux d'inertes et d'impuretés dans les pulpes organiques



# Enseignements - Recommandations

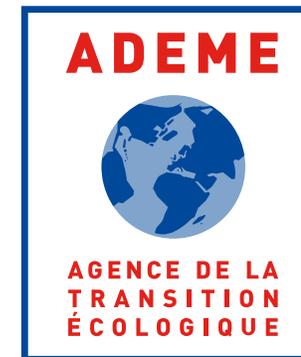
- Adapter la chaîne de déconditionnement selon les spécificités des biodéchets à traiter (équipements complémentaires)
- Interdire ou éviter les biodéchets avec contenants en verre et assimilés
- Communications régulières sur le rappel des consignes de tri et d'apports sur site
- Ne pas réaliser de broyage en amont du déconditionnement
- Pouvoir réaliser une homogénéité des intrants = augmentation des performances de l'équipement
- Faire un suivi régulier des performances des équipements et ajustements en temps réel pour maintenir des niveaux élevés d'efficacité
- Formation (certifiante ?) du personnel (audits croisés, charte de bonne pratique, formation par la profession,...)

# Questions



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



Merci de votre attention

**DEC/SVD**

Thierry ROLLAND / Muriel BRUSCHET

# Comment produire des CIVE en quantité et durablement ?

Des besoins croissants en biomasse à l'horizon  
2050

Nicolas DAGORN  
n.dagorn@arvalis.fr

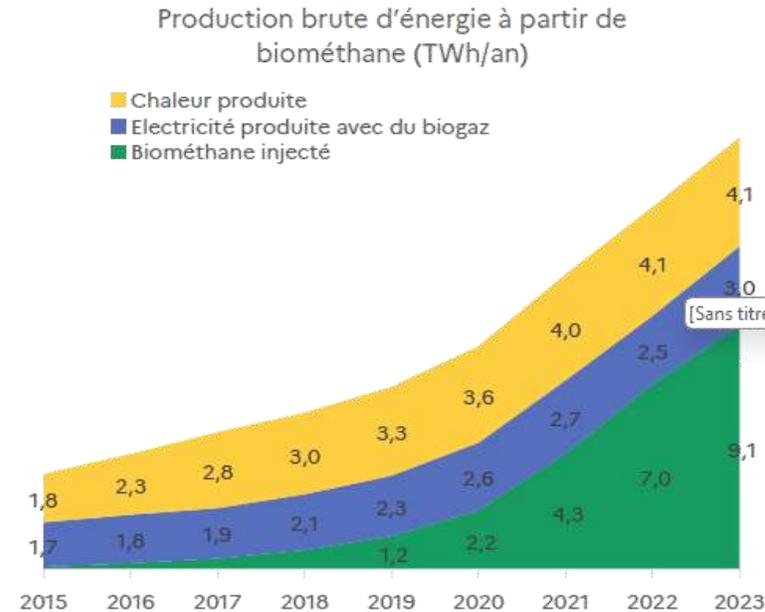
# Objectifs croissant de la méthanisation : biométhane injecté x5 en 2030



Secrétariat général à la planification écologique

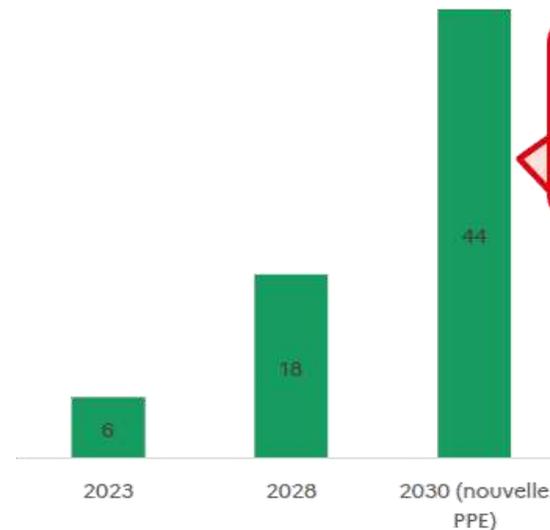
## Biogaz | L'objectif PPE 2023 de biométhane injecté est largement dépassé – la cible 2030 est cependant très ambitieuse

La production de biométhane, brûlé ou injecté, augmente rapidement ...



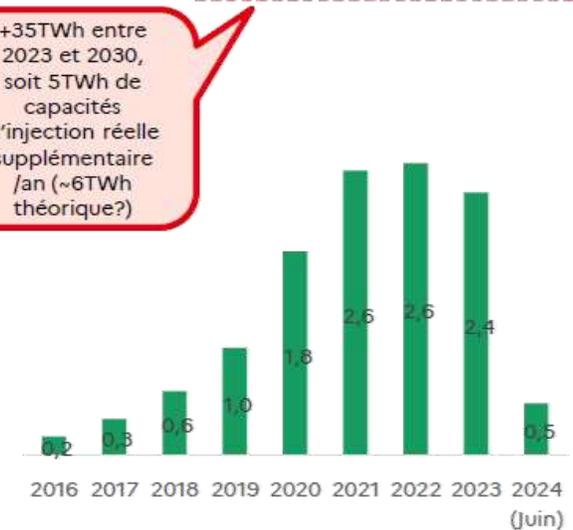
... dépassant les objectifs PPE de 2023, mais très loin de la nouvelle cible 2030..

Objectifs PPE : Biogaz injecté (TWh/an)



... qui paraît très ambitieuse alors que le rythme d'installations ralentit

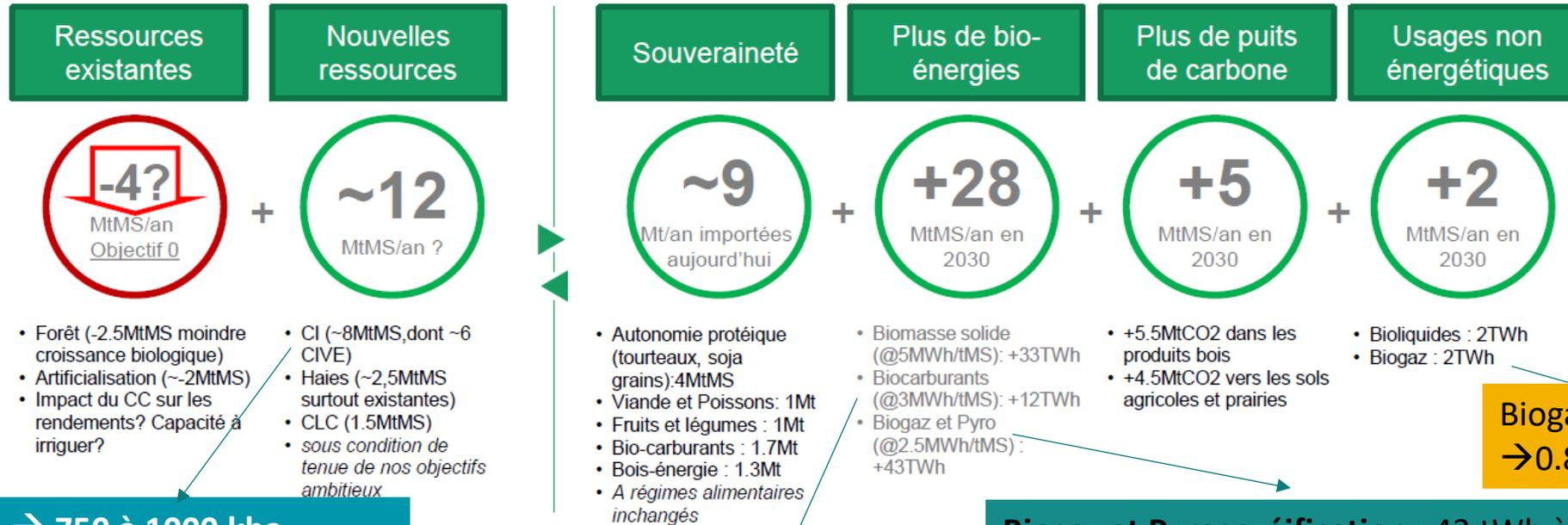
Nouvelles capacités d'injection raccordées au réseau (TWh/an théorique par an)



# LES CIVE : un pilier des scénarios de transition... vers 1 Mha CIVE en 2030 voire plus ?

Une offre de biomasse incertaine à l'avenir, à intensifier...

... Pour répondre à une demande croissante, sur 3 fronts et faisant appel à des ressources communes



**Biogaz : 2tWh**  
→ 0.8 MtMS → 100 à 133 kha

**Biogaz et Pyrogazéification : 43 tWh à 2.5 MWh/tMS**  
17.2 MtMS soit 2100 à 2900 kha si 100% CIVE  
1000 à 1500 kha si 50% CIVE (hors CLC)

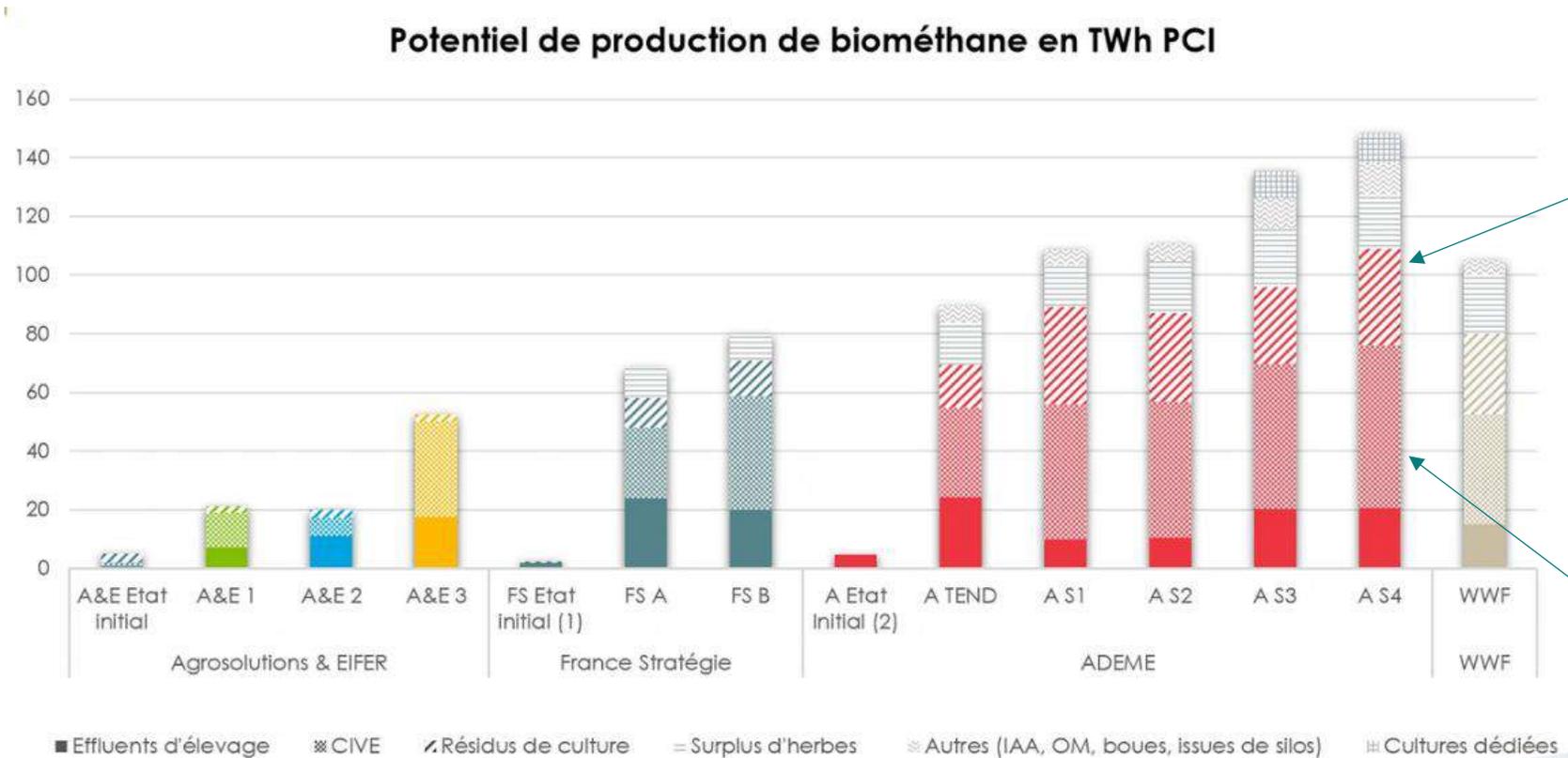
**Biocarburants : 12 tWh à 3 MWh/tMS**  
4 MtMS soit 267 kha à 400 kha  
CLC : 1.5 MtMS → 100 à 150 kha

**CIVE : 6 MtMS → 750 à 1000 kha**  
**CLC : 1.5 MtMS → 100 à 150 kha**

(les chiffres en MtMS), Sorties ENERDATA run2 corrigées pour l'industrie (données en TWh), Trajectoire LULUCF, SNBC3/run2



# Place stratégique des CIVE dans tous les scénarios prospectifs à 2050



Sans oublier enjeux résidus de culture

Agrosolution&Eiffer 2.5 à 15.1 M tMS  
 France Stratégie : 12 et 19 M tMS  
 ADEME 2050 : 19 à 22.8 M tMS

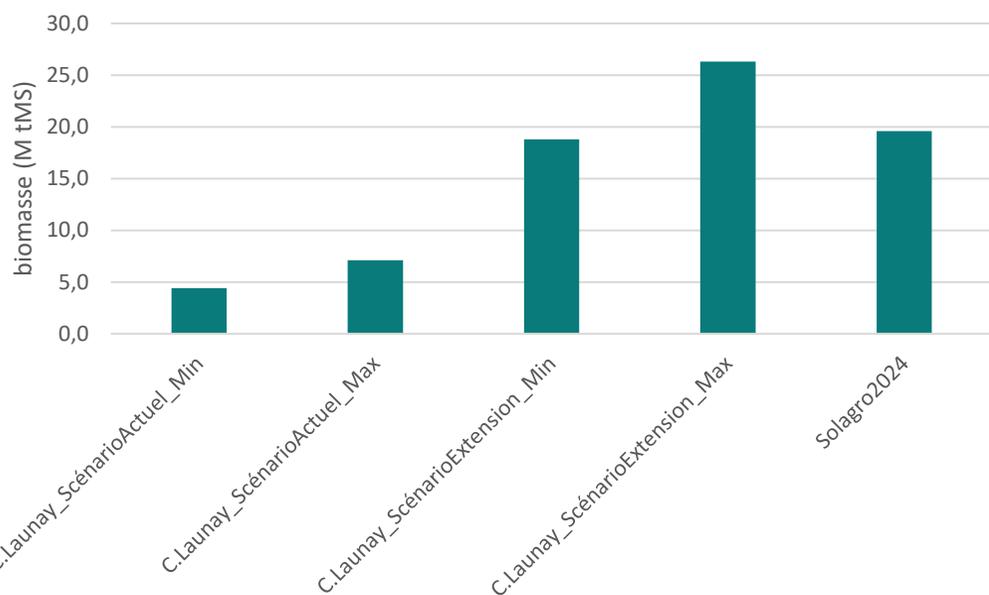
Sources :

- ADEME, 2021 - Transitions 2050 – Choisir maintenant, agir pour le climat
- NégaWatt, 2018 - Scénario négaWatt 2017-2050 Hypothèses et résultats
- France Stratégie, 2021 - Biomasse agricole : quelles ressources pour quel potentiel ?
- ADEME, 2018 – Un mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 ?



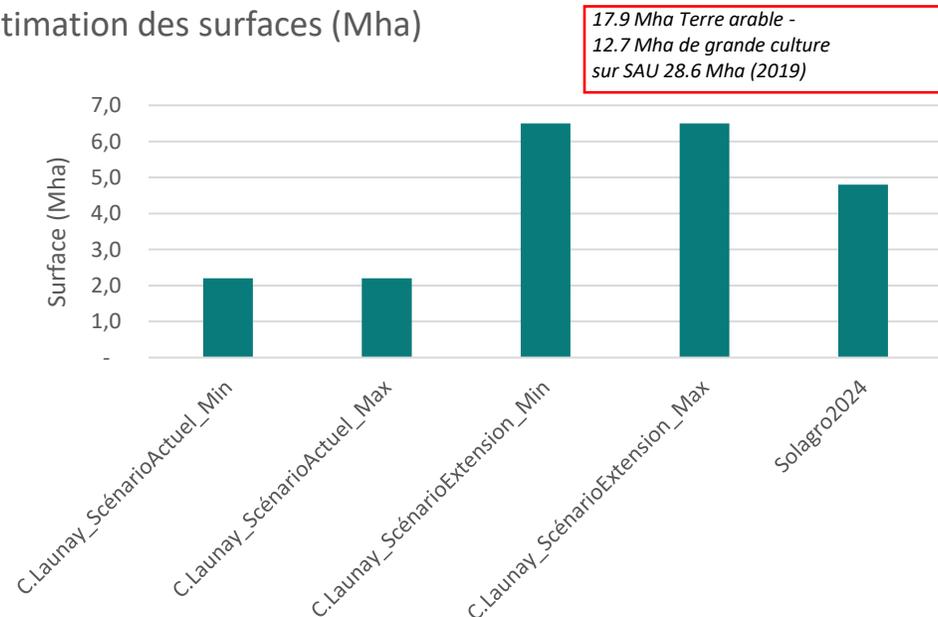
# Quel est le gisement disponible de CIVE pour répondre aux objectifs de production de biogaz en 2050 ?

Estimation de gisement (M tMS)



	Années	Nb de successions	Echelle	Hypothèse rendements
Solagro, 2024	2020-2021	100 sur 11 000 ~80% SAU	6 grands bassins Représentation/département	<ul style="list-style-type: none"> <li>« CIVE d’hiver durable »</li> <li>Seuil récoltabilité 5 tMS/ha</li> <li>Potentiel tardive/précoce * 6 bassins* 3 niveaux rendement * Risque climatique * seuil récoltabilité</li> </ul>
Thèse de C. Launay, 2023	2007-2012	Rotations 4/1 000	Calcul sur 13.9 Mha	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simulation STICS 30 ans</li> <li>Chaumes restitué -1tMS/ha ou 33%</li> <li>Seuil récoltabilité 4 ou 5 tMS/ha</li> <li>Contraintes modèles sur le semis/récolte CIVE</li> </ul>

Estimation des surfaces (Mha)



Sources :  
 INRAE, 2023. Etude bibliographique : Impacts environnementaux et enjeux technico-économiques et sociétaux associés à la mobilisation de biomasse agricole et forestière pour la production d’énergie en France à l’horizon 2050  
 C. Launay, 2023. Insertion de cultures intermédiaires énergétiques dans les systèmes de cultures en France : évaluation multi-échelles du potentiel de production et des impacts eau-azote-carbone.  
 Solagro, 2024. Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation en France.

# **Produire en quantité et durablement, quels points d'attentions ?**

Questions / Réponses avec la salle

# Des changements d'assolement avec l'arrivée des CIVE sont déjà perceptibles ?

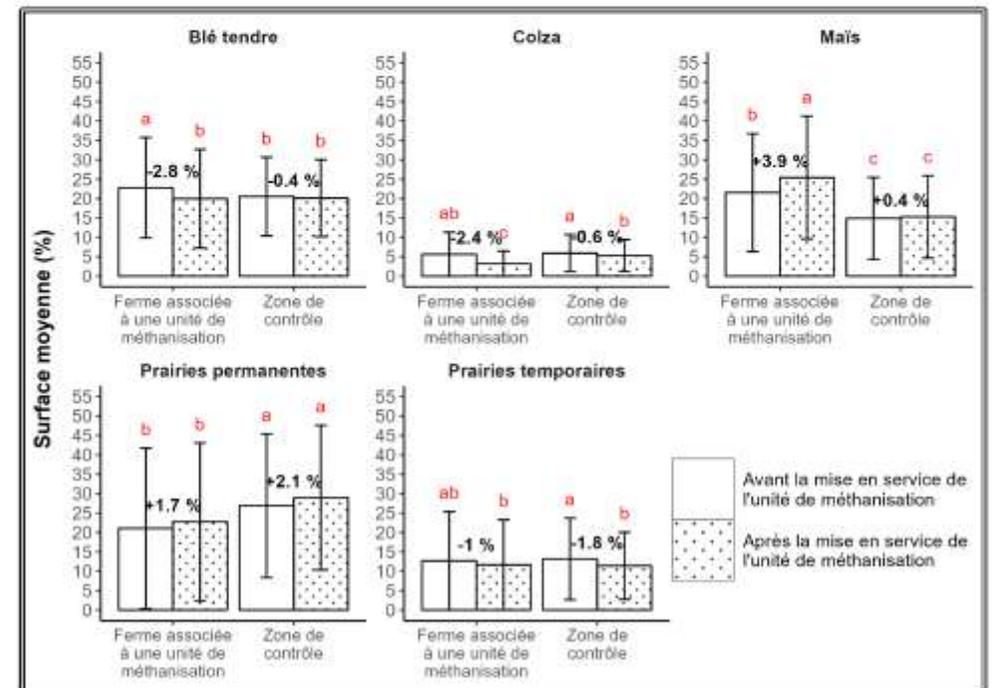
- Oui ✓
- Non

# Produire en quantité, grâce au bon positionnement de la CIVE dans les rotations

- Bien positionner la CIVE et l'adapter à sa succession
- Changement d'assolement déjà observé MethaRPG (Levavasseur, 2023)  
*Source : JRI [https://atee.fr/system/files/2024-04/JRI\\_methaRPG\\_poster\\_Martin.pdf](https://atee.fr/system/files/2024-04/JRI_methaRPG_poster_Martin.pdf)*
- Gisement CIVE : scénario sans modification assolement = 4 \* scénario avec modification assolement (Launay, 2023)

*Des changements significatifs mais qui restent mesurés*

- Avant la mise en service de l'unité de méthanisation, l'assolement des agriculteurs différait de la zone de contrôle (davantage de maïs et de blé tendre et moins de prairies permanentes)
- Après mise en service :
  - Augmentation de la sole en maïs au détriment du blé tendre et du colza.
  - Stabilité de la sole en prairie (permanente + temporaire)



# Quelle est la rotation avec la plus faible pression piétin échaudage ?

- Blé → **CIVE Hiver** → Maïs → Prairie
- Colza → Blé → **Cive Hiver** → Tournesol → Blé
- Orge → **CIVE Eté** → Blé → **CIVE Hiver** → Maïs



# Produire durablement, en maîtrisant le taux de retour des CIVE dans la rotation

- Pression piétin échaudage : Des questions... des essais en cours en BZH et PDL.
  - Quelle espèce de CIVE d'hiver ?
  - **Quel temps de retour des CIVE d'hiver dans la rotation ?**
- **Avoine** hôte souche *G.avenae* ≠ **Blé** hôte souche *G.tritici*

➤ Quelques plantes ont été prélevées dans les inter-blocs avec un lavage des racines fin avril 2024 :



SEIGLE : PRESENCE DE PE sur quelques racines : pression existante mais faible



TRITICALE : PRESENCE DE PE sur plusieurs racines : pression moyenne



AVOINE : ABSENCE DE PE



RGI : ABSENCE de PE

# A quelle date faut-il récolter une CIVE d'hiver ?

- Au stade chute des étamines
- Cela dépend de la culture suivante
- Au stade laiteux-pâteux
- A l'optimum du potentiel méthanogène



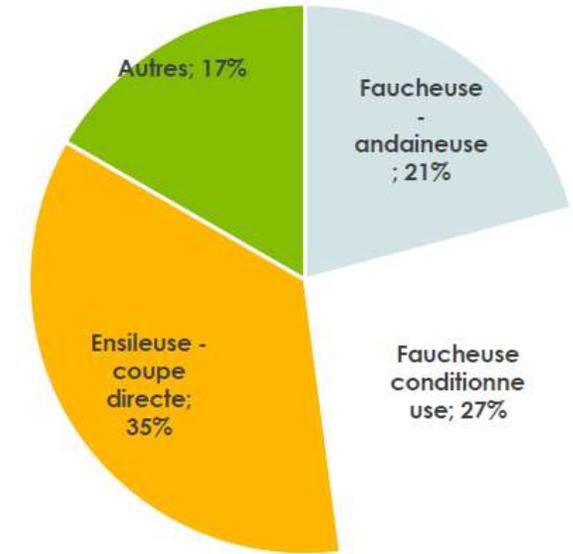
# Produire durablement, grâce à une date de récolte adaptée

- **Un compromis plus qu'un optimum**
- Le stade floraison est un indicateur du taux de MS et un bon repère pour assurer la chaîne de récolte et limiter la production de jus au silo.

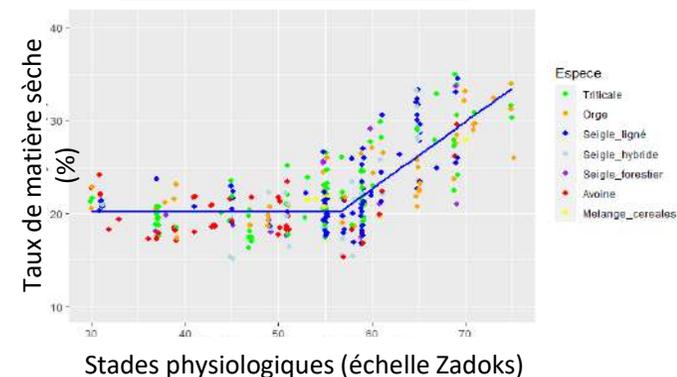
Avant ce stade, un préfanage peut être nécessaire

- + 1 à 2 t MS/ha par semaine entre fin avril et début mai
- Récolter 1<sup>ère</sup> décade de mai...
- ...au-delà du 15 mai : fort impact sur la culture suivante

Matériel utilisé pour la récolte des CIVE d'hiver



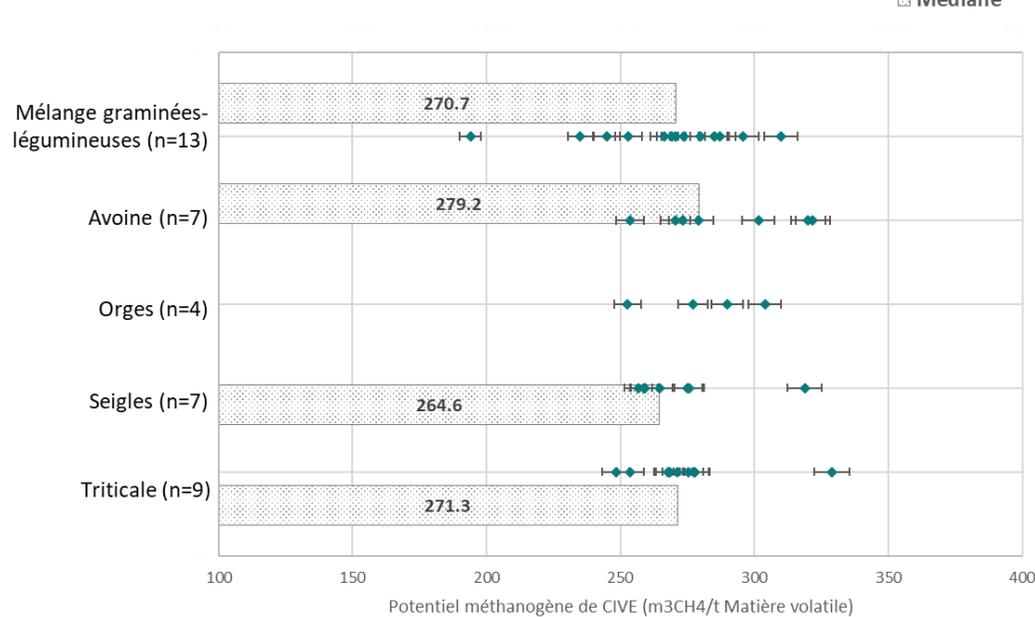
Taux de Matière sèche en fonction du stade physiologique des CIVE



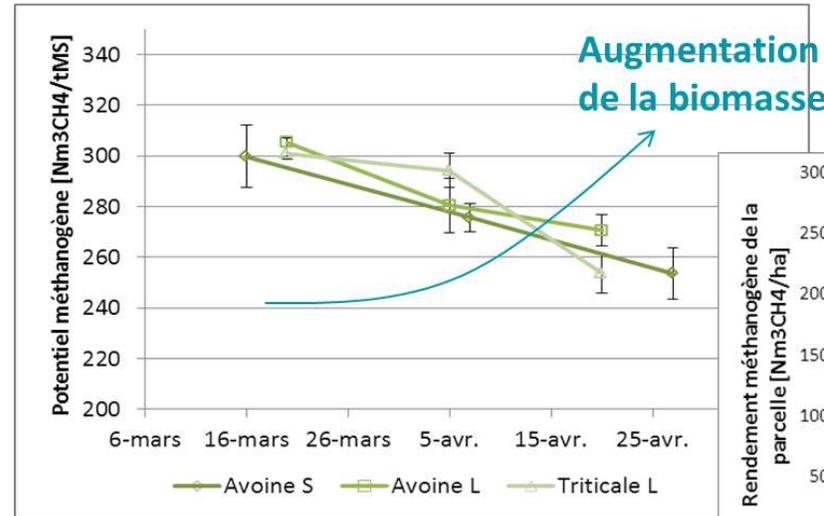
# Le Potentiel méthanogène n'est pas un critère de choix d'espèces

Postulat pour les agriculteurs : plus je récolte tard mes CIVE, meilleur est mon BMP

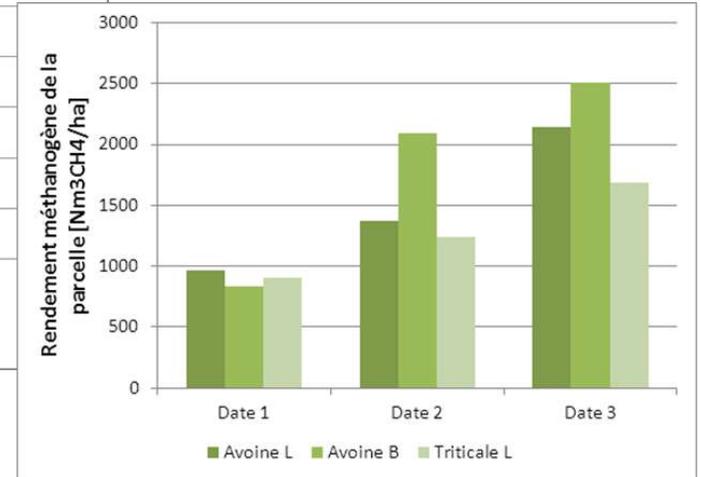
Potentiel méthanogène de CIVE (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/t Matière volatile)



Contributeurs : projet OPTICIVE, CIBIOM, INRAe, Arvalis, projet RECITAL...



S = site Syppre® Béarn  
L = Site Syppre® Lauragais (Coteaux Argilo-calcaire Sud-Ouest)



- Le BMP n'est pas LE critère de choix d'espèce
- Adapter l'espèce au pédoclimat et à la rotation

➤ Rechercher la production de matière avant le BMP

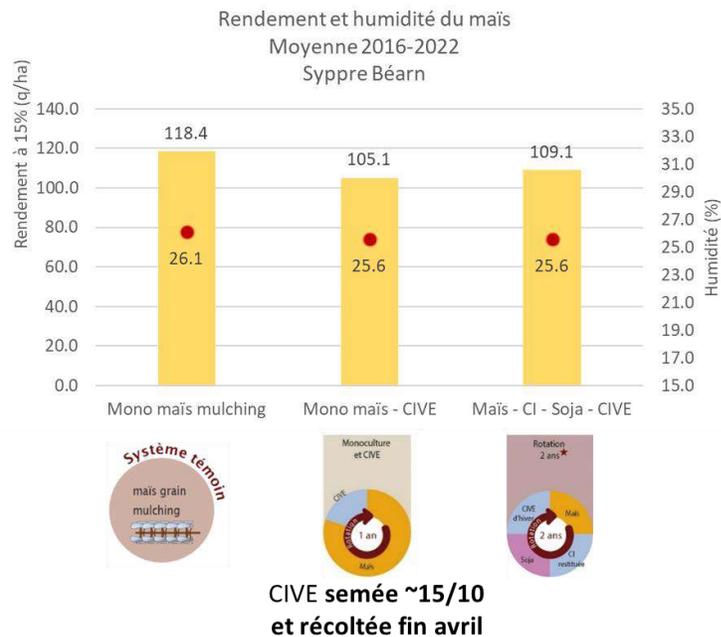
# D'après l'enquête pratiques culturelles, la CIVE d'hiver a eu un impact sur la culture suivante pour :

- Moins de 10 % des enquêtés
- 20 à 42 % des enquêtés
- 60 % des enquêtés
- Plus de 90 % des enquêtés



# Produire durablement, en maîtrisant les concurrences d'usages

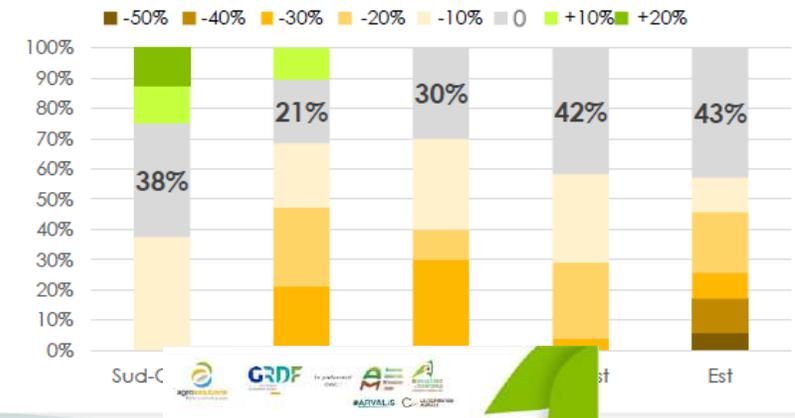
- CIVE d'hiver attention à l'impact sur la culture principale suivante :
  - Syppre Béarn : -10 % sur le rendement grain suivant CIVE d'hiver entre (2016-2022)
  - Maximiser la marge de la succession = trouver le un compromis entre CIVE et cultures suivantes.



## Impact des CIVE d'hiver sur le rendement de la culture suivante

- Dans l'enquête, l'introduction de CIVE d'hiver n'a pas eu d'impact sur la culture suivante dans 20 à 42% des cas.
- En revanche, on retrouve 60% des exploitations pour lesquelles l'introduction de la CIVE d'hiver a eu un impact sur la culture suivante, allant de -10% à -50% de perte de rendement sur la culture suivante (principalement maïs et tournesol).

### Impact de la CIVE d'hiver sur la culture principale suivante



juil.-24

GRDF - Agrosolutions - Enc

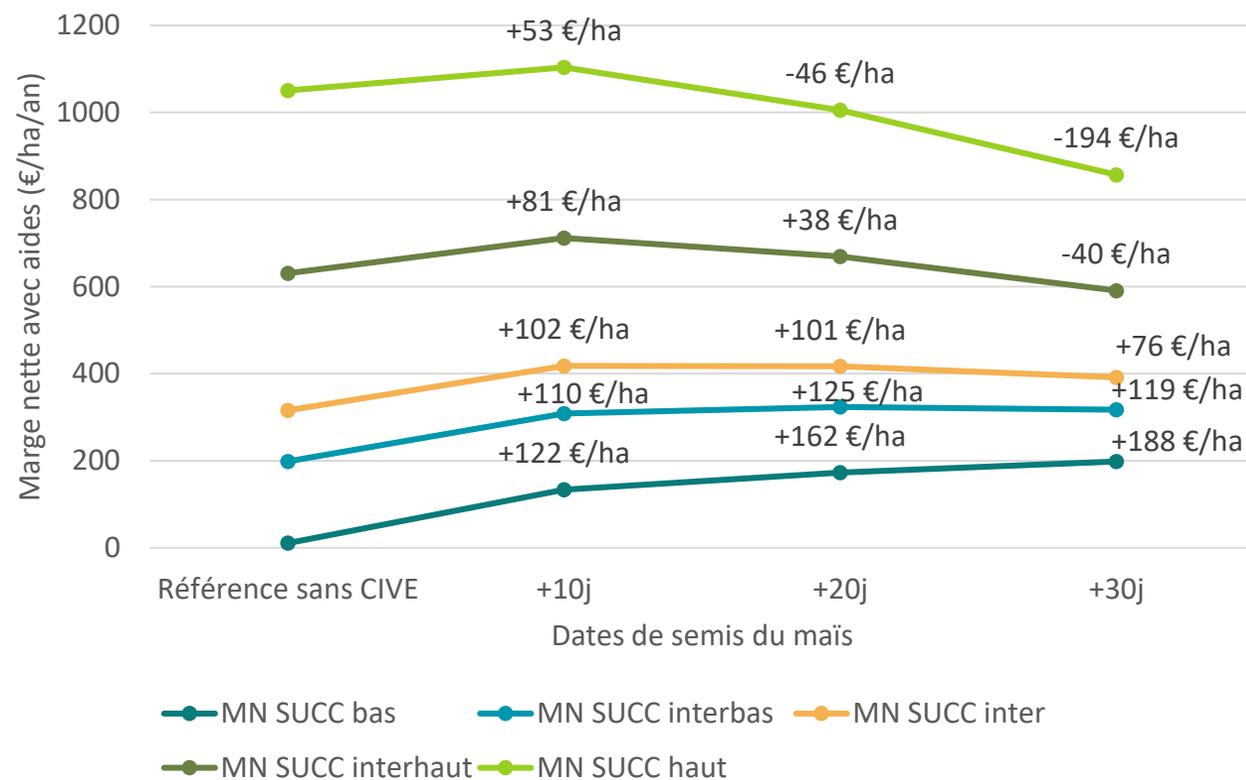


# Produire durablement, en trouvant le bon compromis économique entre CIVE et culture principale



- Calcul de la marge nette
  - Essais + expertise agriculteurs
  - 5 scénarios de prix : références de 2009-2019
  - Coûts : issu de fermes de référence
    - Intrants (semences, engrais, protection des plantes)
    - Mécanisation (amortissements, assurances, carburants...)
    - Main d'oeuvre
    - Fermage
    - Autres charges (gestion...)

Marge nette de la succession : CIVE + maïs pour la région Grand-Ouest en fonction de la date de semis et selon le scénario de prix



Pour des prix de marché alimentaires intermédiaires (180 €/t pour un maïs) – **10 à 20 jours de retard de semis du maïs et de récolte de la CIVE**

# La CIVE d'hiver n'est pas un bon CIPAN ?

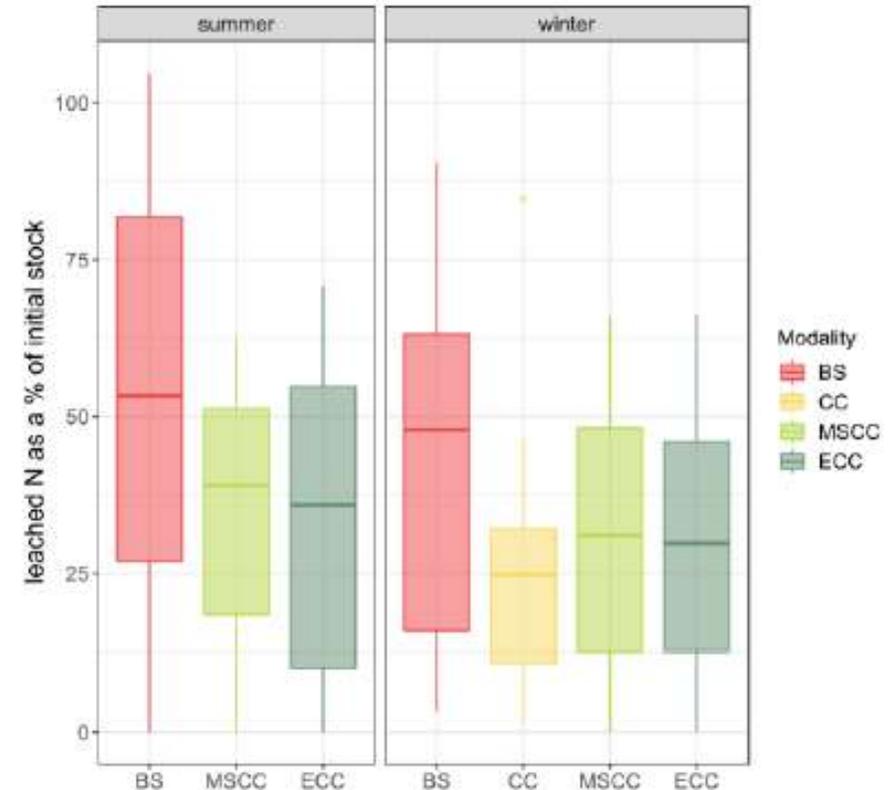
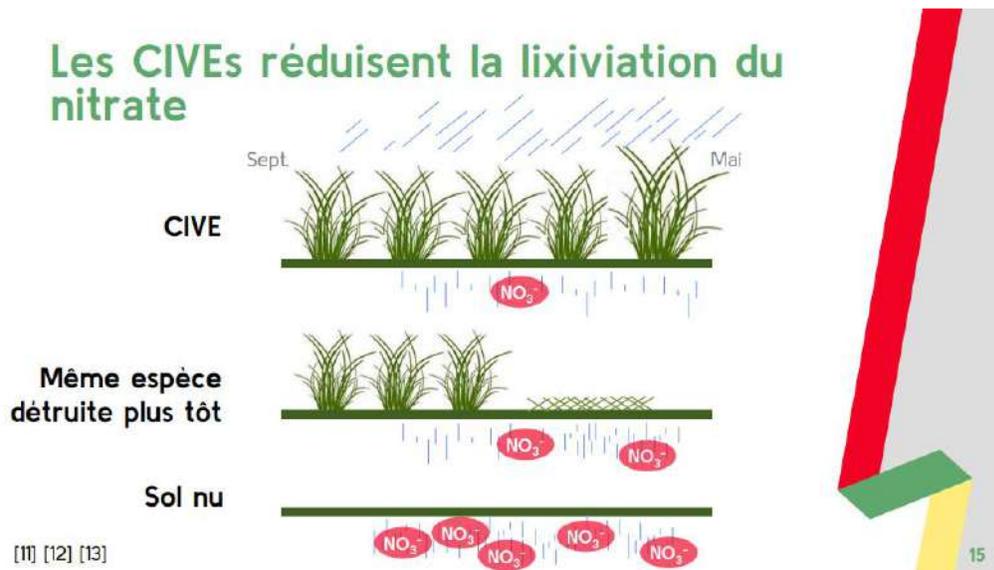
- Vrai ✓
- Faux



# Produire durablement, avec les CIVE d'hiver même fertilisé en sortie d'hiver jouent le rôle de CIPAN

- Les CIVE réduisent la lixiviation des nitrates.

Source : Launay, 2023



Bare soil = sol nu  
Catch crop = CIPAN  
Multi-Services Cover Crops = CIMS  
Energy Cover Crop = CIVE

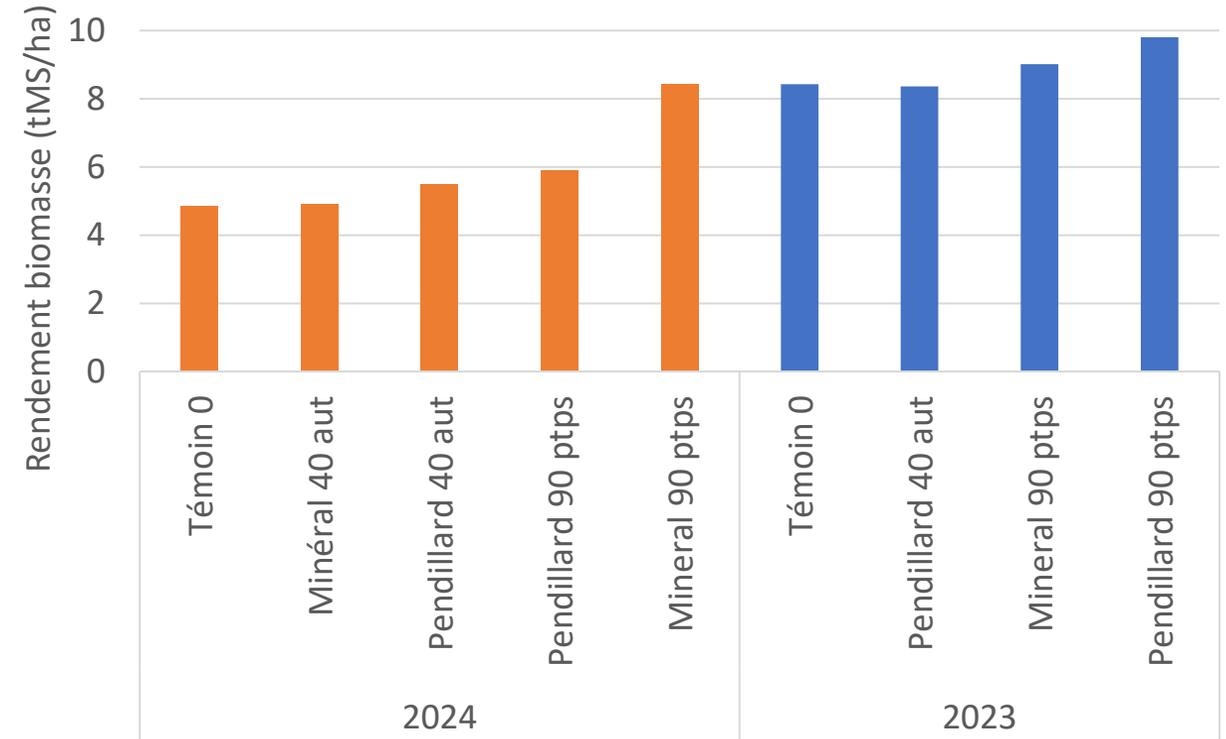
# Un apport d'automne digestat sur CIVE d'hiver est toujours bien valorisé ?

- Vrai
- Faux



# Produire durablement, en portant une attention aux apports de digestats sur CIVE

- 2 années d'essais : démo bande non répétée
  - Apport pendillard automne 40 kgN/ha VS printemps
- Apport d'azote **au plus proche des besoins** : à montaison pour les céréales d'hiver
- Si digestat = bonnes pratiques



**Date de semis** : 23/09/2023  
**Date d'apport** : 18/10 et 22/10/2023, 01/03/2024  
**Date de récolte** : 16/05/2024  
**Sol** : argilo-calcaire superficiel

**Date de semis** : 06/09/2022  
**Date d'apport** : 26/10/2022, 05/02 et 07/03/2023  
**Date de récolte** : 19/05/2023  
**Sol** : argilo-calcaire superficiel

# Conclusion

- Produire des CIVE un besoin pour les transitions
  - Besoin de 20 Mt MS à 2050 → Gisement existe
- En quantité et durablement : Comment ?
  - Bonne insertion dans la rotation
  - Equilibre alimentaire / non alimentaire
  - Maitriser les apports d'azote
  - Bien valoriser les digestats et les stocker

# Pour aller plus loin : les livrables à votre disposition



Avec le soutien de



Avec la participation de :



## 4 Vidéos disponibles sur ARVALIS TV

- [Impacts techniques et environnementaux des CIVE](#)
- [Comment calculer le coût d'une CIVE](#)
- [Analyse de Cycle de vie d'unités de méthanisation avec CIVE](#)
- [CIVE et impact sur le carbone organique du sol](#)

## Des plaquettes disponibles en ligne

- [Disponible en ligne sur le site ARVALIS](#)
- **Nationale** : définition, réglementation, récolte conservation, méthode de fertilisation, atlas agroclimatique...
- **Régionales** : espèces variétés, fertilisation, évaluations technico-économiques et environnementales



Intégrer une Cive dans la rotation : quel impact technique et environnemental ? - ARVALIS.fr

ArvalisTV • 593 vues • il y a 3 semaines

Temps de travail supplémentaire, gestion phytosanitaire, efficacité énergétique... voici quelques exemples d'indicateurs techniques et environnementaux de rotation qui incluent des cultures...



Quel impact de la récolte d'une Cive sur le carbone organique d'un sol ? - ARVALIS.fr

ArvalisTV • 252 vues • il y a 3 semaines

Les résultats du projet CarboCims illustrent l'impact énergétique (Cive) sur la matière organique des



# REFLEX' CIVE

- Base de données de 274 essais des chambres d'agriculture
  - Enquêtes auprès de 67 agriculteurs et 10 conseillers
- ⇒ **Site web dédié** <https://cive.chambres-agriculture.fr/>



## TOUT SAVOIR SUR LA PRODUCTION DE CIVE EN FRANCE



### EFFETS DES CIVE SUR LE MILIEU

Choisissez parmi plus de 700 formations celles qui sont utiles à votre activité.



### PRODUIRE DES CIVE EN FRANCE

Entretenez vos compétences et développez votre employabilité.



### QUIZ SUR LES CIVE EN FRANCE

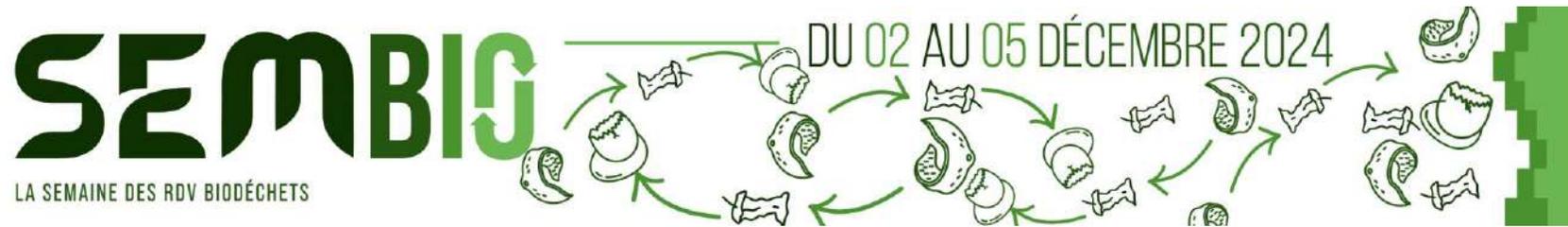
Découvrez les formations pour se convertir, consolider ou développer son système.



# Perspectives - intrants

- Veille et information sur les biodéchets à poursuivre
- CIVE à défendre (article de presse, etc.)
- Propositions travaux R&D INRAE, Arvalis, etc. : couverture d'ensilage, **modifications des pratiques** (dont élevage, AB, durabilité etc.)
- Vos autres besoins : ressource en eau ? Effluents d'élevage ? Résidus de culture ?

PRENEZ-RENDEZ- VOUS (avant 26 nov.) !



<https://sembio-2024.vimeet.events/fr/>



# Session 3 – Marché du carbone et perspectives

- Epuration/liquéfaction du CO<sub>2</sub>
- Stockage du CO<sub>2</sub> biogénique : émissions négatives
- Marché du carbone volontaire



# Session 3 – Marché du carbone et perspectives

Épuration/liquéfaction du CO<sub>2</sub> : Julien SAUPIN, Verde mobil

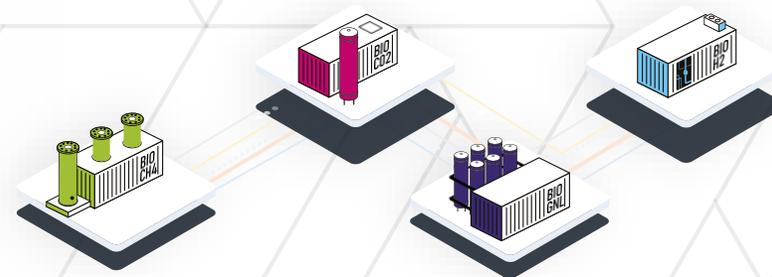


24.11.2024



## CAPTAGE ET VALORISATION DU BIOCO<sub>2</sub> SUR SITES DE MÉTHANISATION

JOURNÉE AAMF DU 24/11/2024



**Entreprise spécialisée dans la valorisation  
de gaz d'origine renouvelable**



Nous captons et valorisons 100% du biogaz en énergies et CO2 d'origine renouvelable, à l'échelle locale.

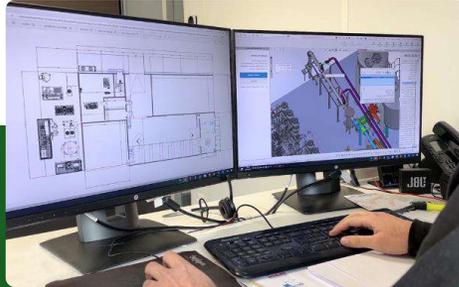
16 ans d'existence

50 salariés

15 M€ CA 2023

5 pays 

1 siège et 1 atelier de 2100 m<sup>2</sup> à Montaigu-Vendée



## DESIGN

*Des solutions sur mesure « clés en main »*

**Modulaires** : tout type de dimensionnement

**Polyvalentes** : *plug & play* toutes technologies

**Conteneurisées** : optimisation des coûts de transport et d'exploitation



## FABRICATION

*Pré-assemblage des modules en atelier*

**Diversification des fournisseurs** : sécurisation des approvisionnements (prix et délais)

**Fiabilité des équipements** : fournisseurs de 1<sup>er</sup> rang, principalement européens



## EXPLOITATION

*Gestion de l'outil de production*

**Contrôle qualité et sécurité**



## MAINTENANCE

*Un savoir-faire et une expertise*

*Un réseau de proximité*

**Un rayon de 2 heures autour de chaque installation**

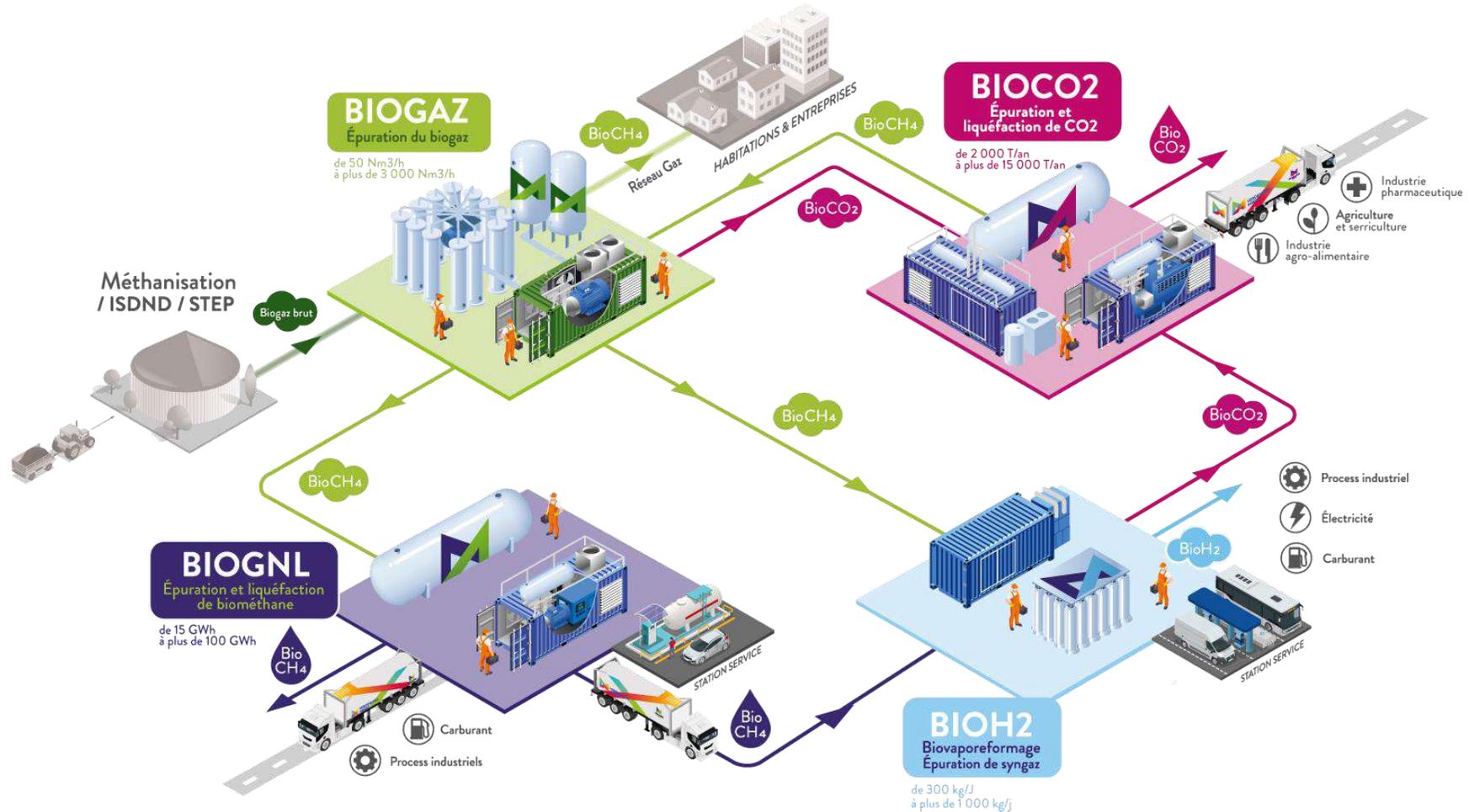


## COMMERCIALISATION

*Commercialisation des fluides en propre*

**Circuits courts à l'échelle locale**

VERDEMOBIL BIOGAZ, une gamme de solutions modulaires pour valoriser sur site ou à proximité 100% du biogaz



VERDEMOBIL BIOGAZ, une gamme de solutions modulaires pour valoriser sur site ou à proximité 100% du biogaz



Certification ISO 22000  
en cours



Méthavie, Le Poiré-sur-Vie (85), 2022

## 3 étapes

- ① **Compression** (18 bars) et **Séchage**
- ② **Liquéfaction** (-25°C/-30°C) et **Distillation**
- ③ **Stockage** en cuve cryogénique (18 bars à -20°C)



## Liquéfaction par distillation CRYOGÉNIQUE

un procédé peu énergivore pour une pureté maximum



### ROBUSTESSE

durée de vie ~30 ans  
/ maintenance réduite



### ADAPTABILITÉ

Production de 2,000  
à plus de 15,000 t/an



### QUALITÉ-PURETÉ

Pureté > 99.9%



### EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Technologie peu énergivore



### ENVIRONNEMENT

Zéro rejet : récupération de 100% du bioCH4

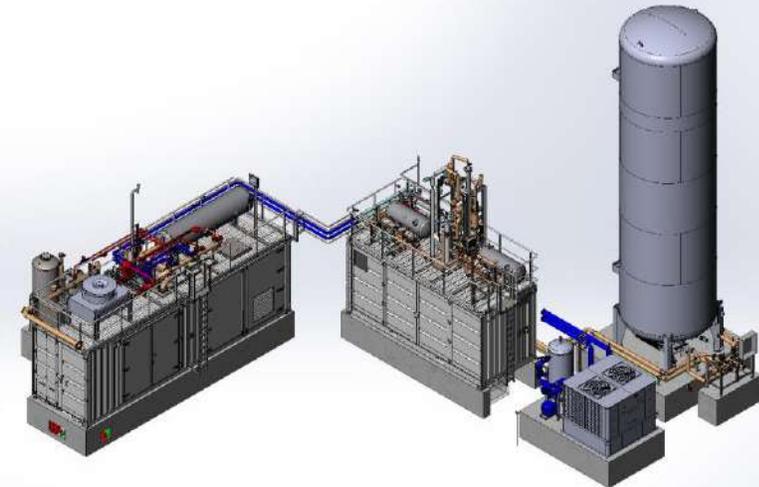
Food Grade / Food Safety  
(ISBT, EIGA, E290)

La qualité alimentaire exige le respect de normes de qualité et de pureté maximum (ISBT, EIGA, E290). Pur à près de 100%, le dioxyde de carbone est incolore, inodore, antioxydant, et neutre du point de vue physiologique et nutritionnel.



## Notre solution d'épuration du CO<sub>2</sub>

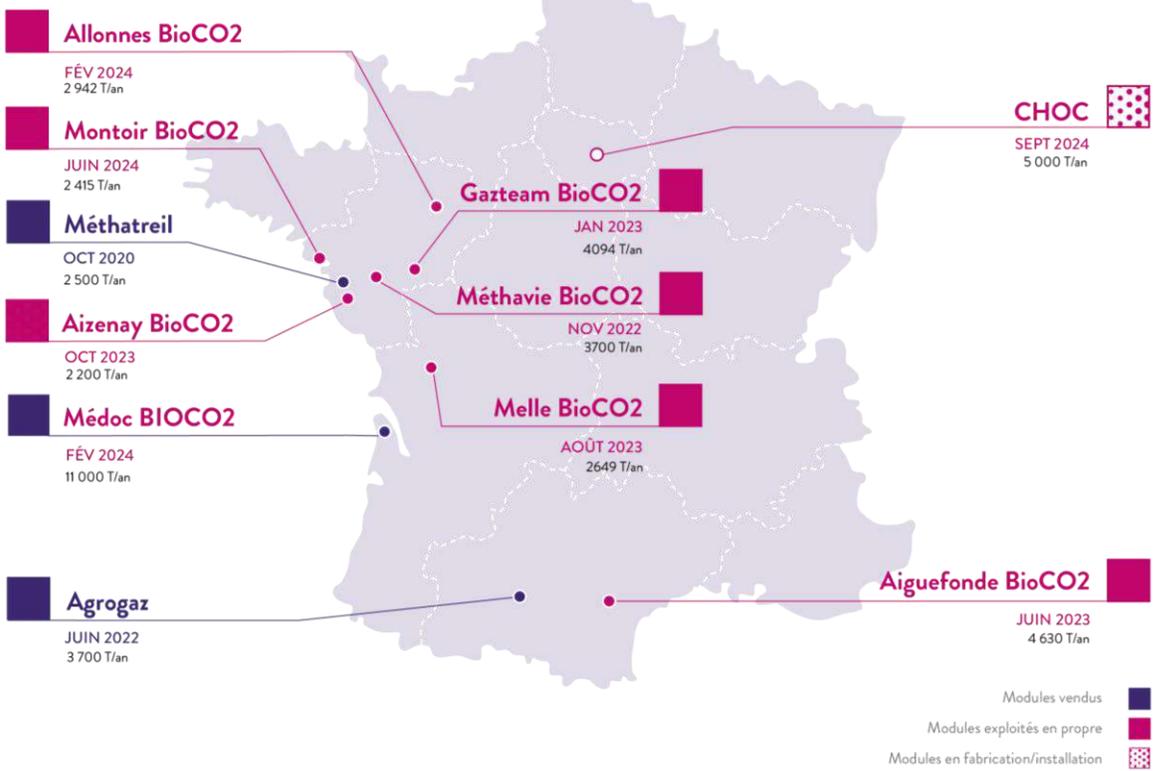
- Filtration charbon actif
- Groupe d'eau glacée avec ballon tampon
- Compresseur 20 barg à 2 étages
- Séchage
- Compresseur avec fluide frigorigène
- Unité de liquéfaction et de purification des offgaz
- Bouilleur
- Analyseur gaz
- Installation en container
- Stockage cryogénique 30 à 100T
- Capacité CO<sub>2</sub>: 2 000 à 10 000 T/an
- Options disponibles:
  - Containerisation
  - Récupération thermique
  - Analyseur Carboscan: 456k€



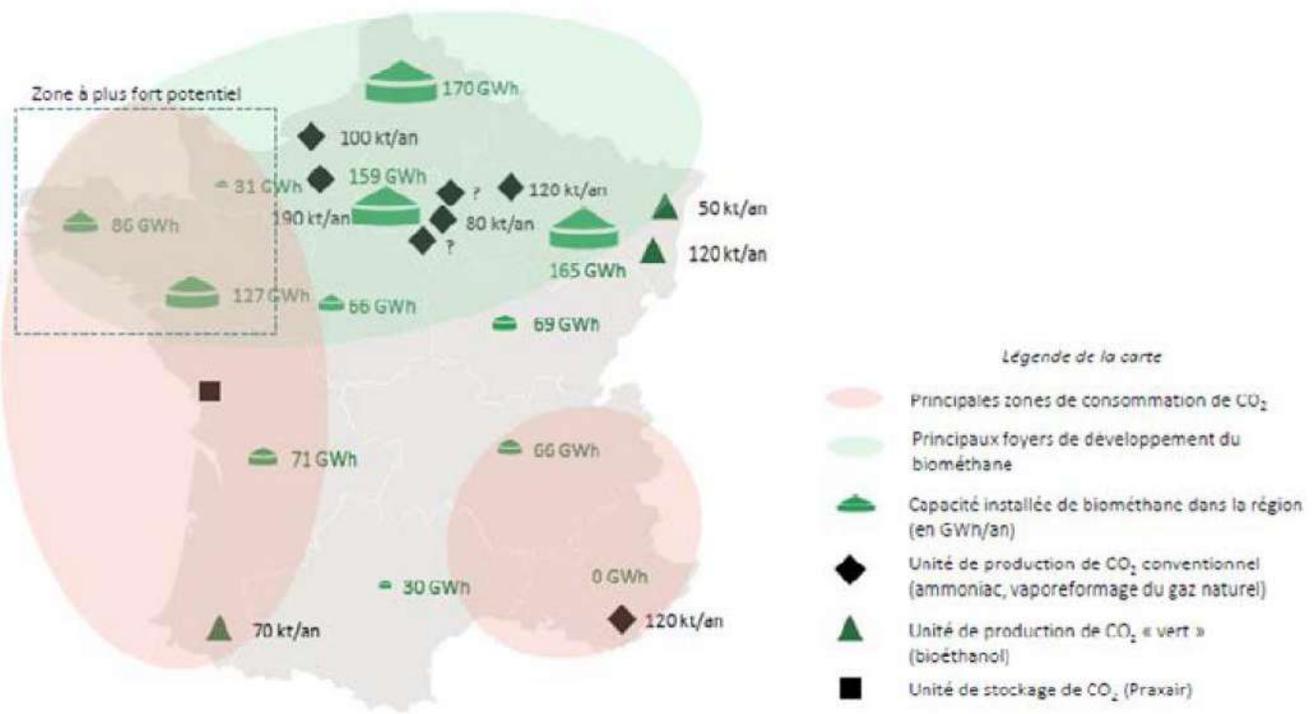
Unité standard (TCO2/an)	2500	5000	8000	10000
Capacité production (TCO2/an)	2 000 – 3 300	3 000 – 6 000	5 000 – 9 000	8 500 – 11 000
Débit off gaz (Nm3/h)	120 - 220	189 - 350	315 - 580	540 – 750
Equivalent Biométhane (Nm3CH4/h)	155 - 280	240 - 440	400 – 730	690 – 950
Récupération thermique (MWh/an)	150	200	300	600
Consommation électrique (MWh/TCO2prod)	0.22 - 0.25			
Empreinte au sol	200m2 (20 m x 10m)			
Gain revente biométhane	0.5 à 5% de biométhane supplémentaire selon concentration off gaz			

Technologie d'épuration	Compatibilité avec la valorisation du BioCO2
Membrane	Oui
PSA	Oui
Lavage aux amines	Oui
Lavage à l'eau	Non

# Nos installations de captage / valorisation de BioCO2



Consommation annuelle de CO2 en France: **500 000 T/an**



### Une grande adaptabilité pour une plus grande réactivité

Modèles d'affaire adaptés aux besoins des clients

- Vente directe d'installations avec contrats de maintenance
- Investissement dans les installations / Exploitation des actifs et vente directe des fluides et logistique associée (transport et stockage sur site)



- Equipements en propre : 4 ISO 20T et 6 citernes 25T
- Partenariats avec des transporteurs
- Fourniture de cuves de stockage / vaporisateurs sur sites clients (achat ou location longue durée) avec contrôles réglementaires associés





**BioCO2** - Qualité alimentaire : > 99,9% de pureté – référentiel ISBT et EIGA, norme E290

- horticulture, maraichage
- Industries agroalimentaires (carbonatation des boissons, atmosphère contrôlée, maintien au froid, inertage, abattoirs...)
- Pharmacie, chimie, nettoyage cryogénique, etc.
- Extinction incendie



Les industriels, en particulier ceux de l'agro-alimentaire, imposent généralement un cahier des charges strict:

- Qualité alimentaire (certificat à fournir à chaque livraison => analyseur en ligne obligatoire)
- Sécurisation de l'approvisionnement
- Plan de maitrise sanitaire: HACCP
- Niveau d'assurance important pour couvrir les pertes en cas de non-conformité avérée



**Société :** VERDEMIBIL ENERGIES S.A.S  
**Siège social :** Pôle d'activité de la Bretonnière,  
Immeuble BX ONE,  
10 rue Augustin Fresnel,  
F-85600 Montaigu Vendée France

**VMBioCO2**      **Certificat lot : FR-CO2-INT-01L06-1122**  
**Dioxyde de carbone liquide en vrac**

**Date :** 29/11/2022  
**Conducteur :** Girault Patrick  
**Immatriculation :** GC 145 YR  
**Représentatif du lot :** FR-CO2-INT-01L06-1122  
**Production du site :** FR-CO2-01 du 23/11/22 au 29/11/22

**Type de produit :** CO2 EN936 VRAC  
**Code interne :** FR-CO2-INT-01L06-1122

**Spécification du produit :**

Pureté CO2:	99,90% Min.
Humidité H2O:	≤ 20 ppm v/v
Oxygène O2:	≤ 30 ppm v/v
Monoxyde de carbone CO :	≤ 10 ppm v/v
Ammonia NH3:	≤ 2,5 ppm v/v
NO/NO2	≤ 2,5 ppm v/v (chacun)
Résidus non volatiles	≤ 10 ppm w/w
Résidus organiques non volatiles (huile et graisse)	≤ 5 ppm w/w
Méthanol (MeOH)	≤ 10 ppm v/v
Total hydrocarbures volatiles	≤ 50 ppm v/v
incluant 20 ppm v/v max. d'hydrocarbures non-méthaniques totaux	
Acétaldéhyde (C2H4O)	≤ 0,2 ppm v/v
Contenu d'hydrocarbures aromatiques	≤ 0,02 ppm v/v
Contenu total de soufre* (S)	≤ 0,1 ppm v/v
(*soufre total avec impuretés excluant le SO2)	
Dioxyde de soufre (SO2)	≤ 1 ppm v/v
Odeur du CO2 solide (neige):	pas d'odeur étrangère
Apparence de CO2 solide (neige) :	pas d'apparence étrangère
Apparence dans l'eau:	pas de couleur ni de turbidité
Odeur ou goût dans l'eau :	pas d'odeur ou de goût étrangers
Test d'acidité :	Non nécessaire
Substances réductrices, phosphures et sulfure d'hydrogène :	Non nécessaire

Le lot FR-CO2-INT-01L06-1122 est conforme aux spécifications E290 & ISBT (International Society of Beverage Technologists)

[verdemobil-biogaz.fr](http://verdemobil-biogaz.fr)

[julien.saupin@verdemobil.com](mailto:julien.saupin@verdemobil.com)

Développeur commercial

10 rue Augustin Fresnel  
Immeuble BX ONE  
85600 Montaigu-Vendée

235 rue des Marchetons  
85600 Montaigu-Vendée

+33 (0)6 81 48 67 27



# Session 3 – Marché du carbone et perspectives

Perspectives - Stockage du CO<sub>2</sub> biogénique en fosse géologique ou béton recyclé : émissions négatives

Karim RAHMANI, Carbon Impact





# Potentiel du bioCO<sub>2</sub> pour les émissions négatives

Séminaire AAMF

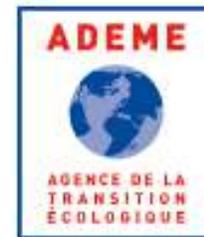
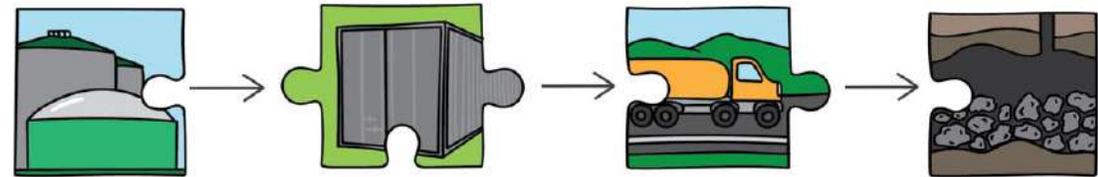
Paris, le 14 novembre 2024



Carbon Impact



Les cofondateurs de Carbon Impact



  
**Carbon Rhine Route (CO2RR)**  
Establishing the first commercial international multi-modal CO<sub>2</sub> removal value chain in Europe





Atmospheric CO<sub>2</sub>  
September 2024

422.03

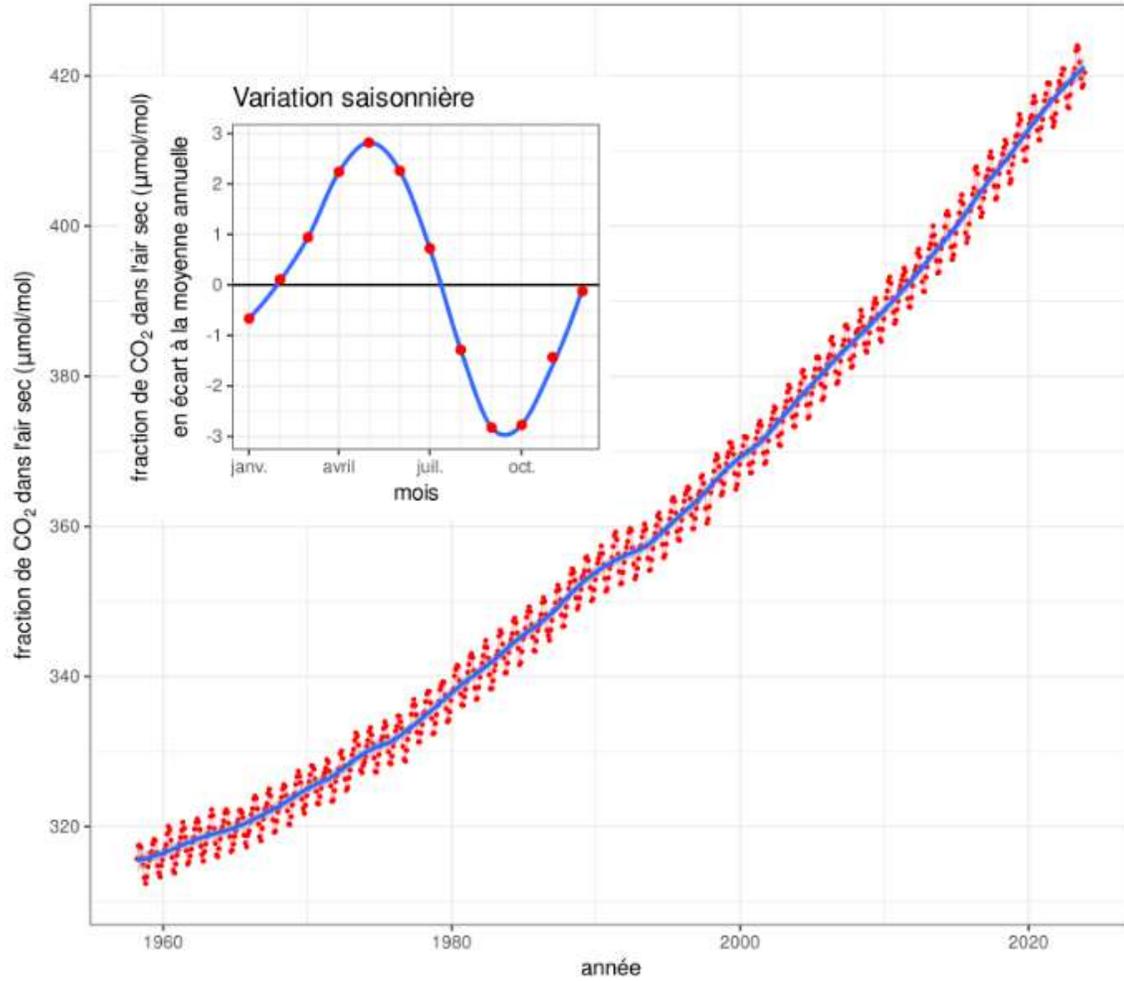
parts per million (ppm)

Mauna Loa Observatory, Hawaii (NOAA)

Preliminary data released October 5, 2024

Moyenne mensuelle de la concentration de CO<sub>2</sub>

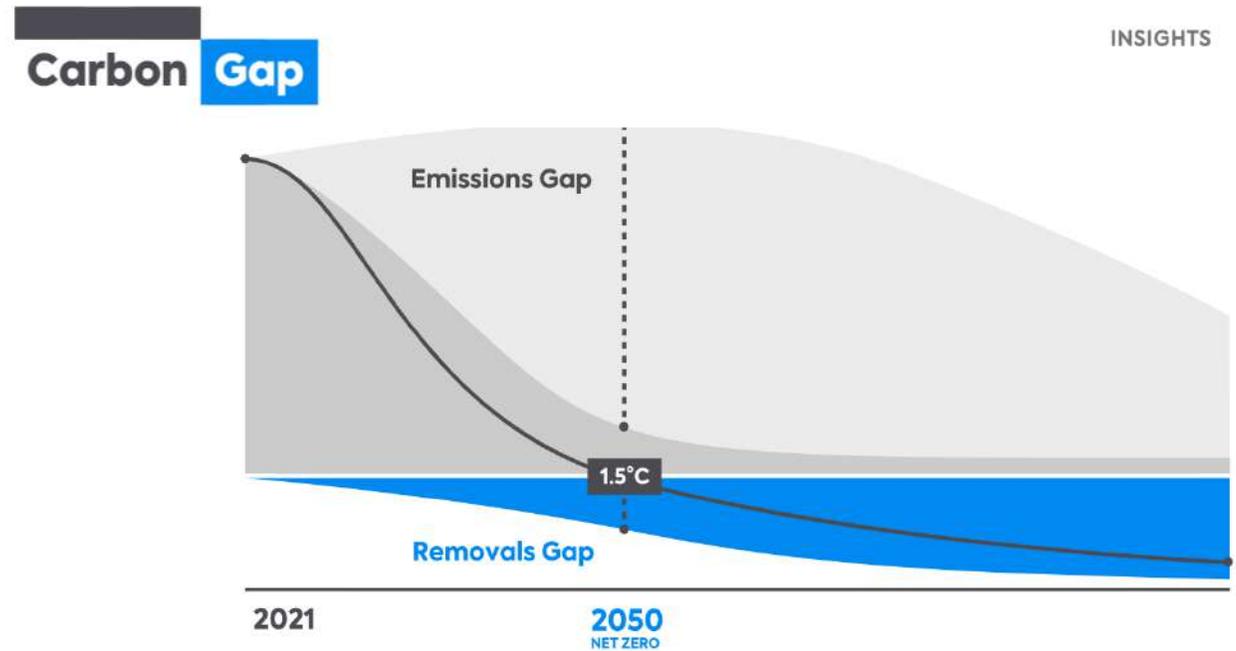
Mauna Loa 1958-2023



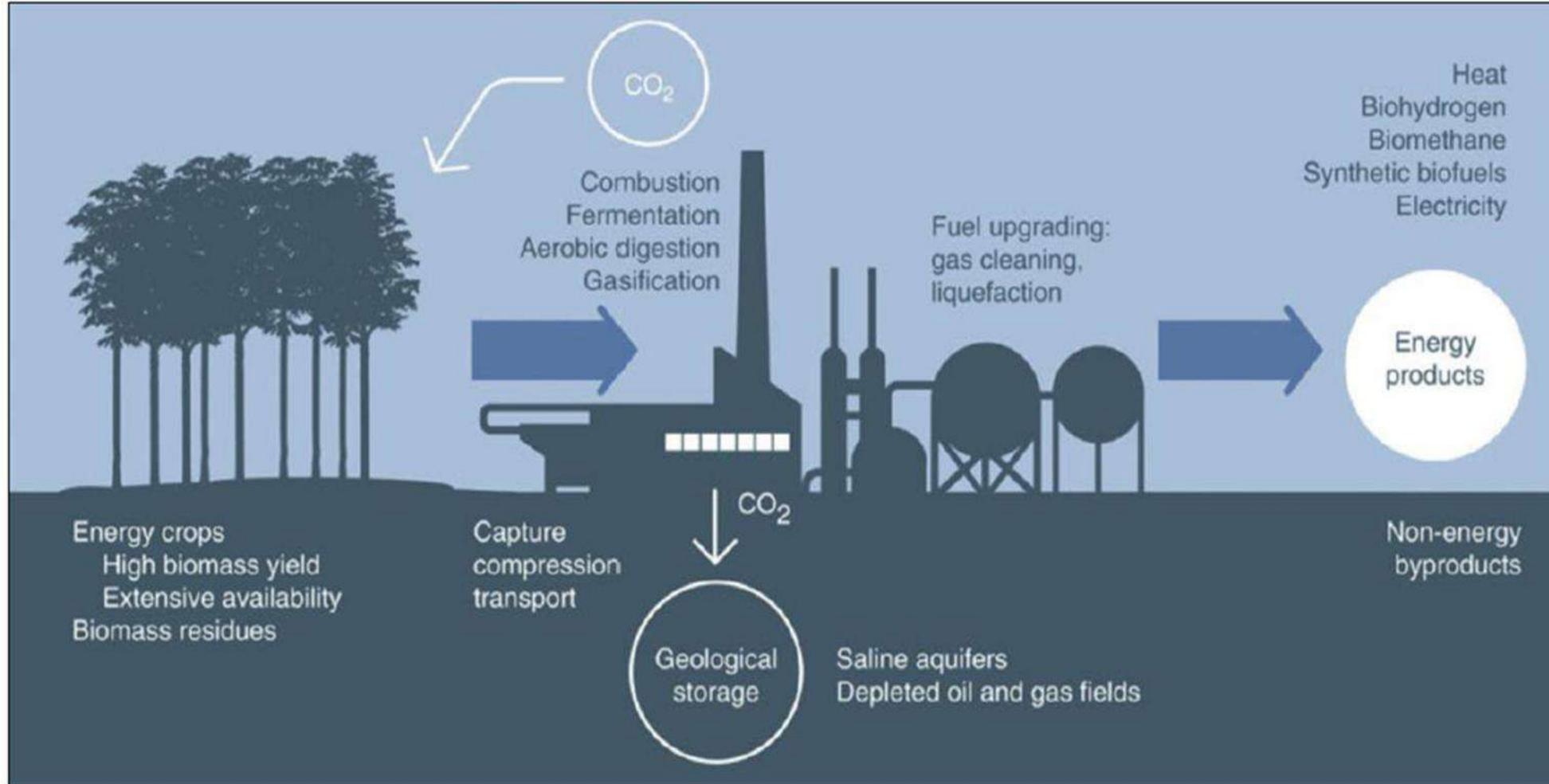
The deployment of Carbon Dioxide Removal to counterbalance hard-to-abate residual emissions is unavoidable if net zero CO<sub>2</sub> or GHG emissions are to be achieved.



Working Group III contribution to the AR6, April 2022

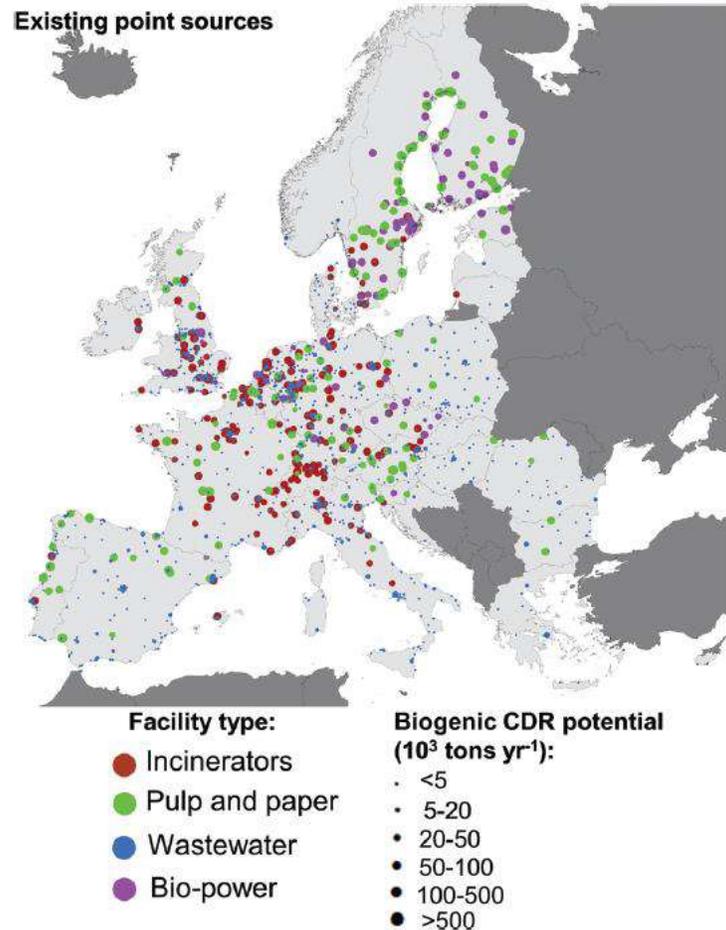


# La chaîne de valeur BECCS



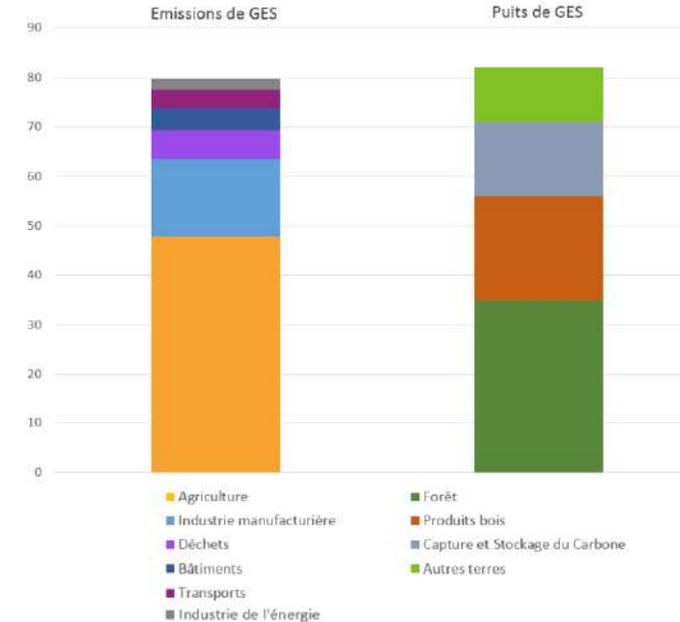
Europe : 200 m de tonnes/an

France: 20 m de tonnes / an

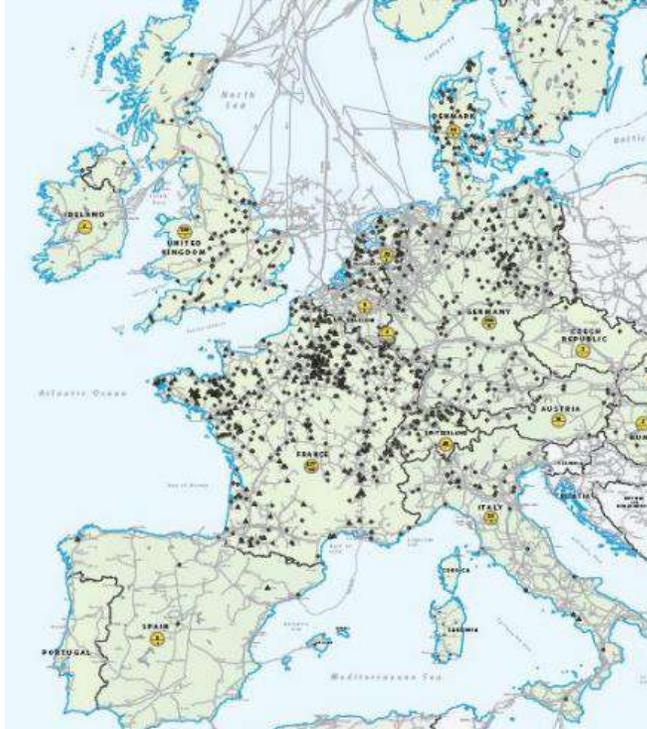


Source: étude ETH Zürich 2021

Puits et émissions de gaz à effet de serre en France en 2050 selon le scénario de référence



- SNBC2: 10 m de tonnes / an
- I4CE: 26 m tonnes
- Etude ETH focus France: 21 m tonnes
- Club CO2: 40-60 m tonnes (2050)



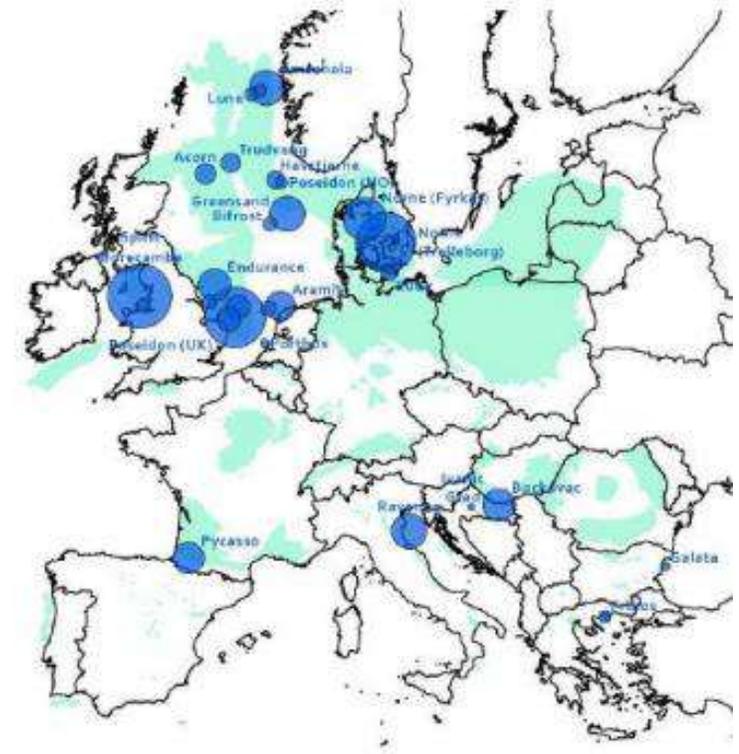
**Des centaines d'unités** en opération en Europe (en forte croissance)

+

Des capacités de stockage géologique **en développement**

=

**Potentiel de plusieurs dizaines de mégatonnes**





## Transport France

## Transport Europe

## Séquestration

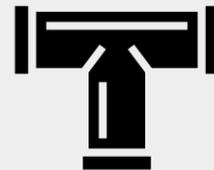
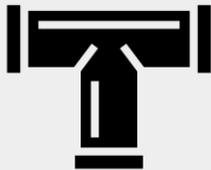
2024-26



2027-2028



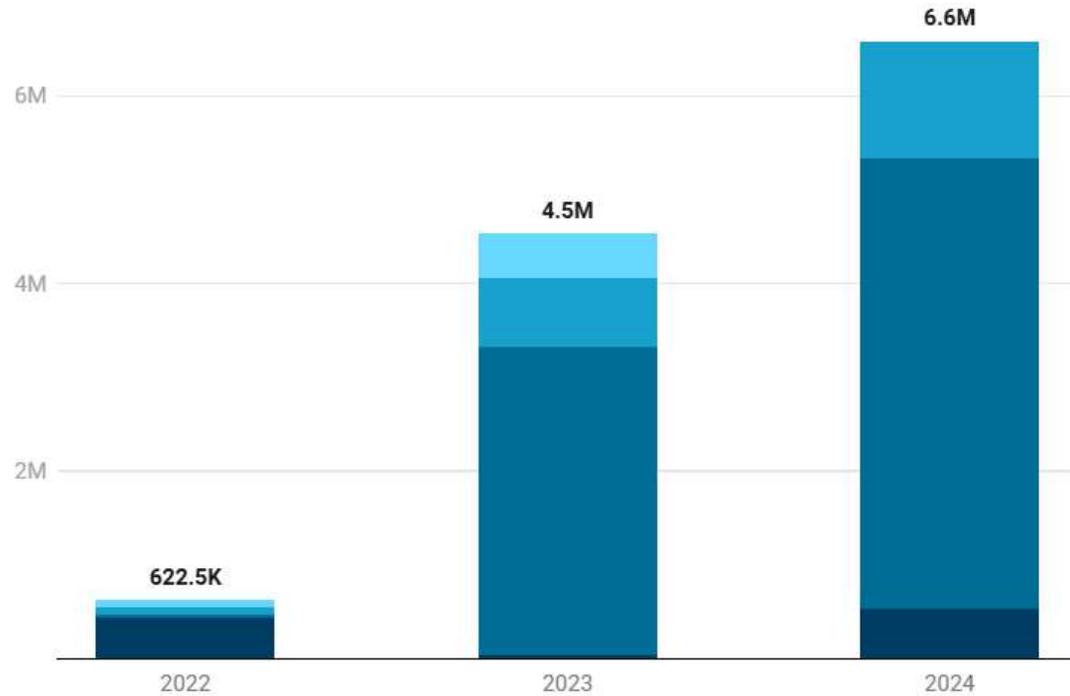
2029+



Ravenna CCS

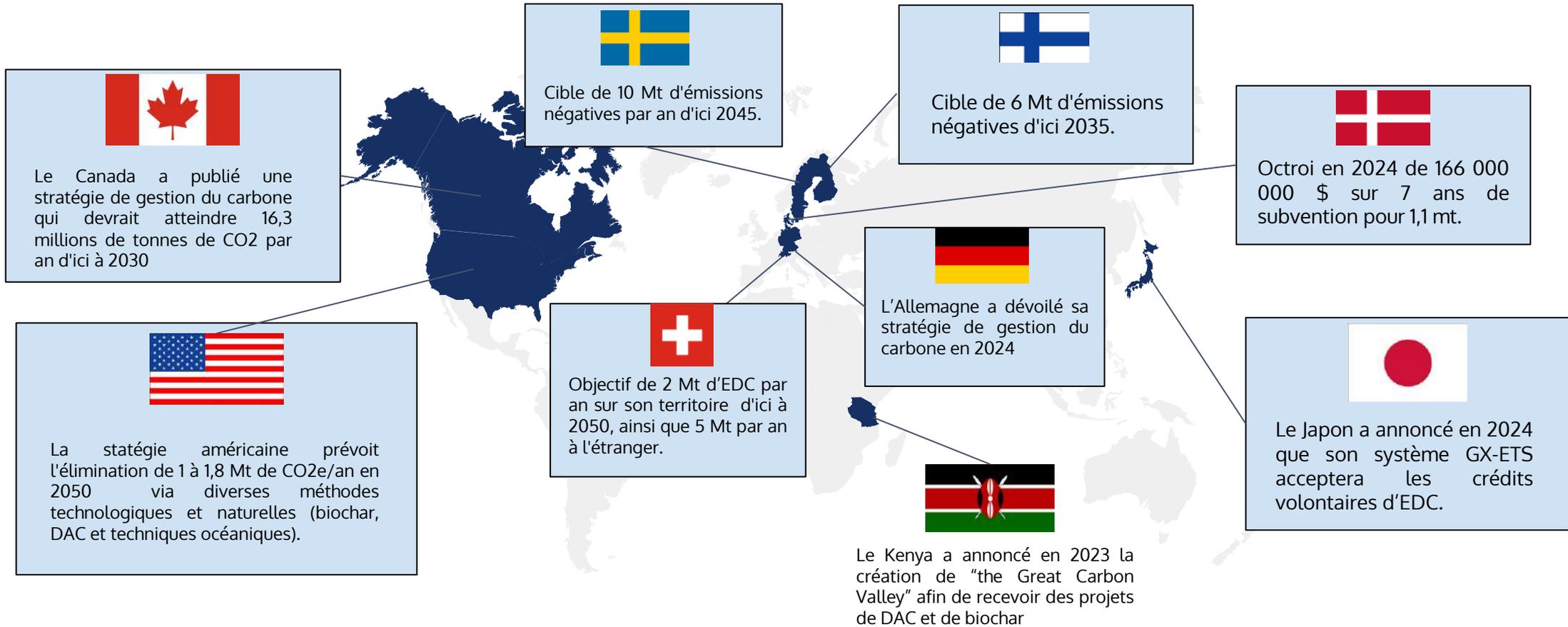
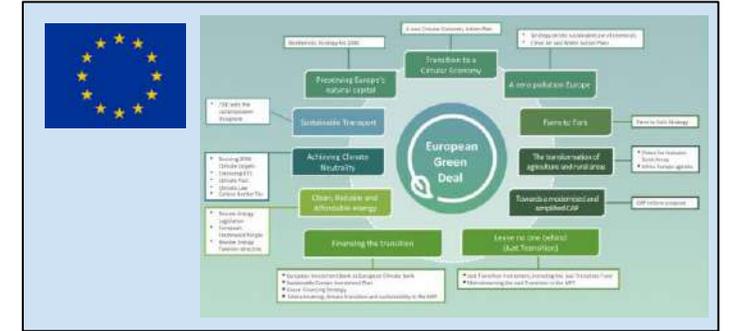
## Durable CDR Purchase Volume | 2022 - 2024

■ Q1 ■ Q2 ■ Q3 ■ Q4



Source: [CDR.fyi](#) • [Embed](#) • [Download image](#) • Created with [Datawrapper](#)

Name	Tons Purchased
Microsoft	8 242 328
Frontier Buyers	505 872
Airbus	400 000
Equinor	330 000
Amazon	250 000
NextGen CDR	209 139
Google	162 877
BCG	144 554
Shopify	108 738
Swiss Re	84 559



# Exemples de projets BECCS en cours

## Ethanol:

US: AM Decatur (100 kt)

## Combustion biomasse:

Suède: Stockholm Exergi (800 kt)

Danemark: Orsted (400 kt)

## Incineration de déchets:

RU: Suez Teeside (200 kt) ; Viridor

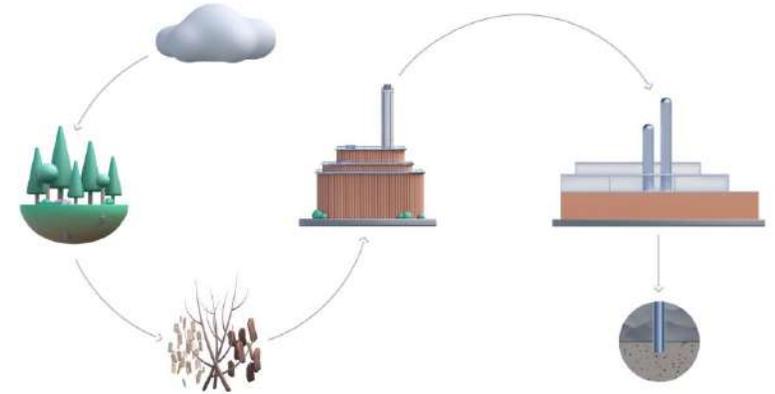
Runcorn (900 kt)

Norvège: Oslo Celsio (400 kt)

## Méthanisation:

Danemark: BioCirc

UK: Future Biogas



## Exemple de projet Carbon Impact - 1

**Source de CO<sub>2</sub>:** centrale de biogaz près de Zürich, Suisse

**Origine de la biomasse:** déchets alimentaires

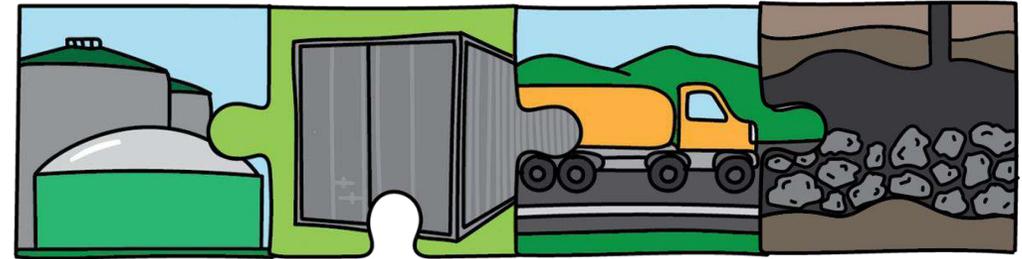
**Processus:** méthanisation avec purification du biogaz  
(membranaire)

**Captage CO<sub>2</sub>:** liquéfaction cryogénique

**Logistique:** transport terrestre (camion, train) vers l'Europe  
du Nord

**Modèle économique:** crédits carbone financés par le  
Fondation du Centime Climatique

**Avancement:** FID juillet 2024, démarrage 2026



## Exemple de projet Carbon Impact - 2

**Source de CO<sub>2</sub>:** 3 unités biométhane près de Nancy

**Origin de la biomasse:** résidus d'agriculture

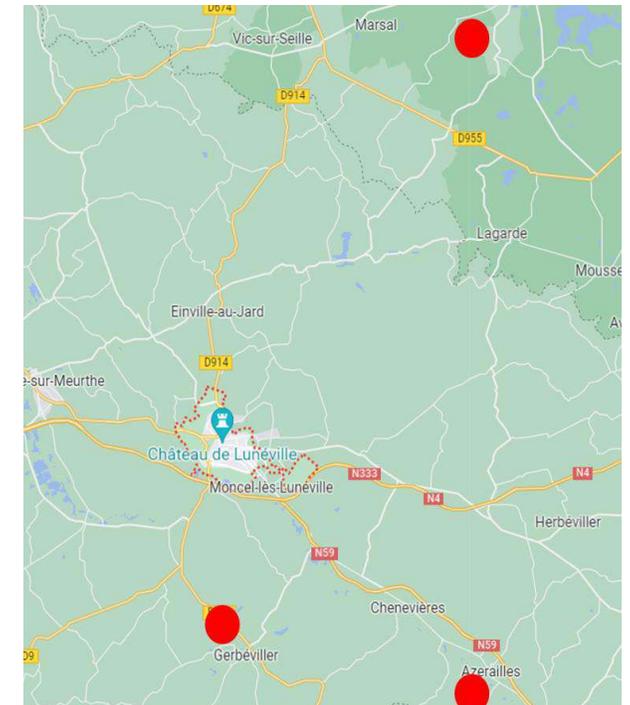
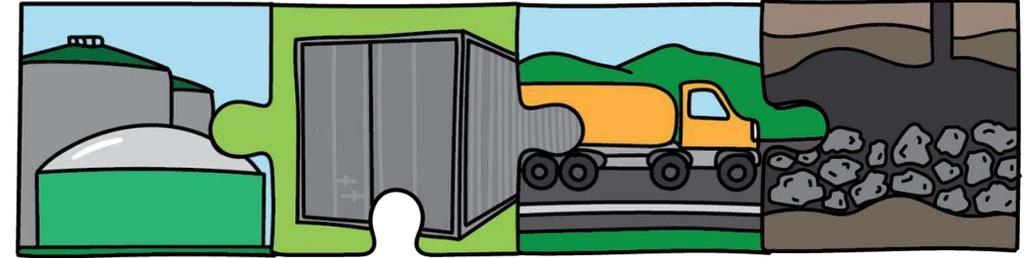
**Processus:** méthanisation avec purification du biogaz (membranaire)

**Captage CO<sub>2</sub>:** liquéfaction cryogénique

**Logistique:** transport terrestre (camion, train) vers l'Europe du Nord

**Financement:** marché volontaire du carbone

**Avancement:** commercialisation des crédits carbone





**Merci pour votre  
attention**



*Unis pour  
partager  
et innover*

# Marché volontaire du carbone

- 1) Principes généraux
- 2) Travaux du GT carbone
- 3) Aspects économiques Label Bas Carbone (LBC)
- 4) Autres Possibilités : riverse et PSE



*Unis pour  
partager  
et innover*

# Marché volontaire du carbone

- 1) Principes généraux
- 2) Travaux du GT carbone 2024-2025
- 3) Aspects économiques Label Bas Carbone (LBC)
- 4) Autres Possibilités : riverse et PSE

# Contexte

- Réchauffement climatique
  - => Objectif Parlement Européen : neutralité carbone en 2050
    - « Carbone » (GES) évité
    - Carbone séquestré
  
- Monétarisation du carbone pour inciter
  - Marché obligatoire réglementé
    - ETS (Emissions Trading System) en Europe
      - Pour une partie des GO Red2 (POS)
  
  - Marché volontaire
    - Crédit carbone volontaire basé sur la « confiance »
      - Pour certains sites de métha.

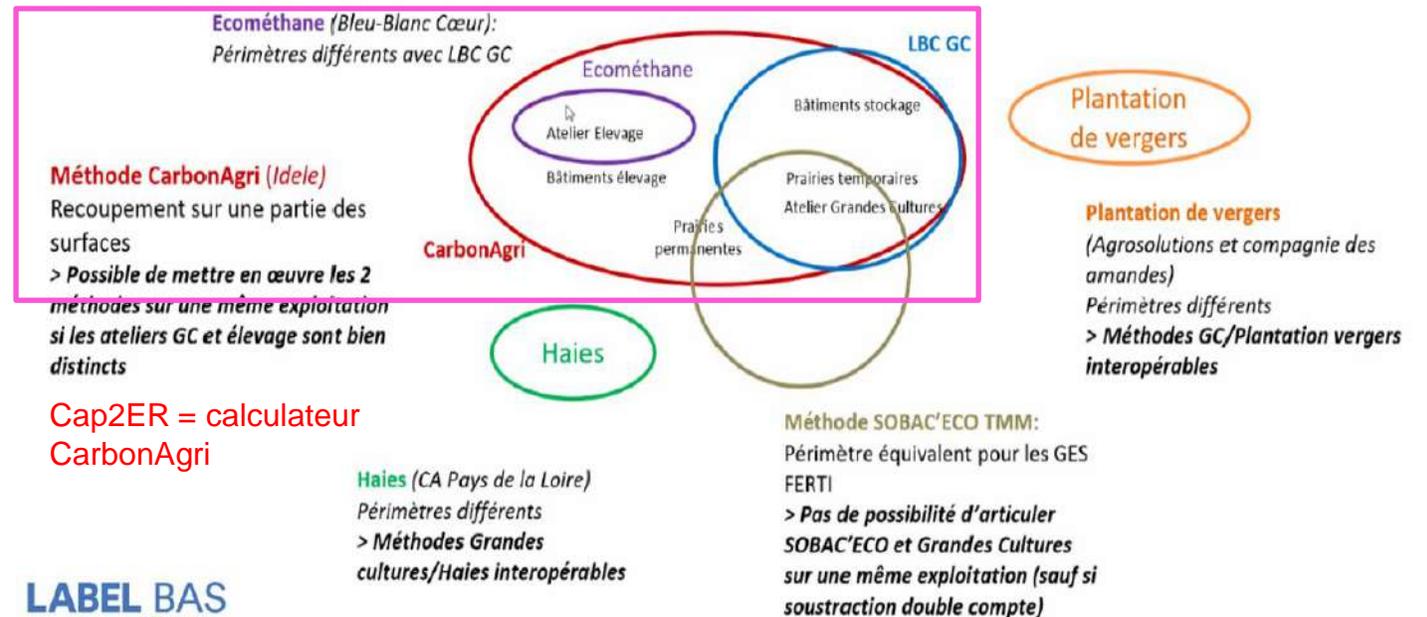
# Crédits carbone volontaires



- Acheté pour « verdir » son image notamment politique RSE
- On achète quoi ?
  - Des tonnes de carbone évitées ou séquestrées (ex : plantations d'arbres, biochar)
  - Des tonnes/crédits certifiés
    - Standards internationaux : Verra, Gold Standard (et ISO)
    - Label Bas Carbone (LBC)
    - Peu satisfaisant pour la métha. en service (t0 : 3-4 ans avant)

## LBC - Les 6 méthodes agricoles validées

### Périmètre intérêt AAMF



# Fondamentaux du marché volontaire



- Additionnalité
  - › Mise en place ou amélioration de pratiques (parfois impossible en l'absence des CC)
  - › Avantage aux sites ayant moins de 2-3 ans et/ou en difficulté
- Mesurabilité
  - › Souhait d'AAMF avec DIGES3 (**non relié au marché du carbone**)
- Unicité
  - › Pas de double-comptage
- Permanence (min. 5 ans)
- Vérificateurs tiers et effectivité
  - › Payer au moins 2 audits
- Co-bénéfices
  - › Sociaux, etc.



# Exemple de calendrier de paiement (Soil Capital)

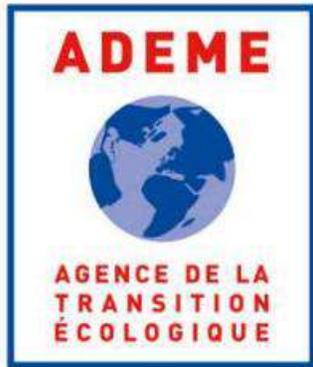




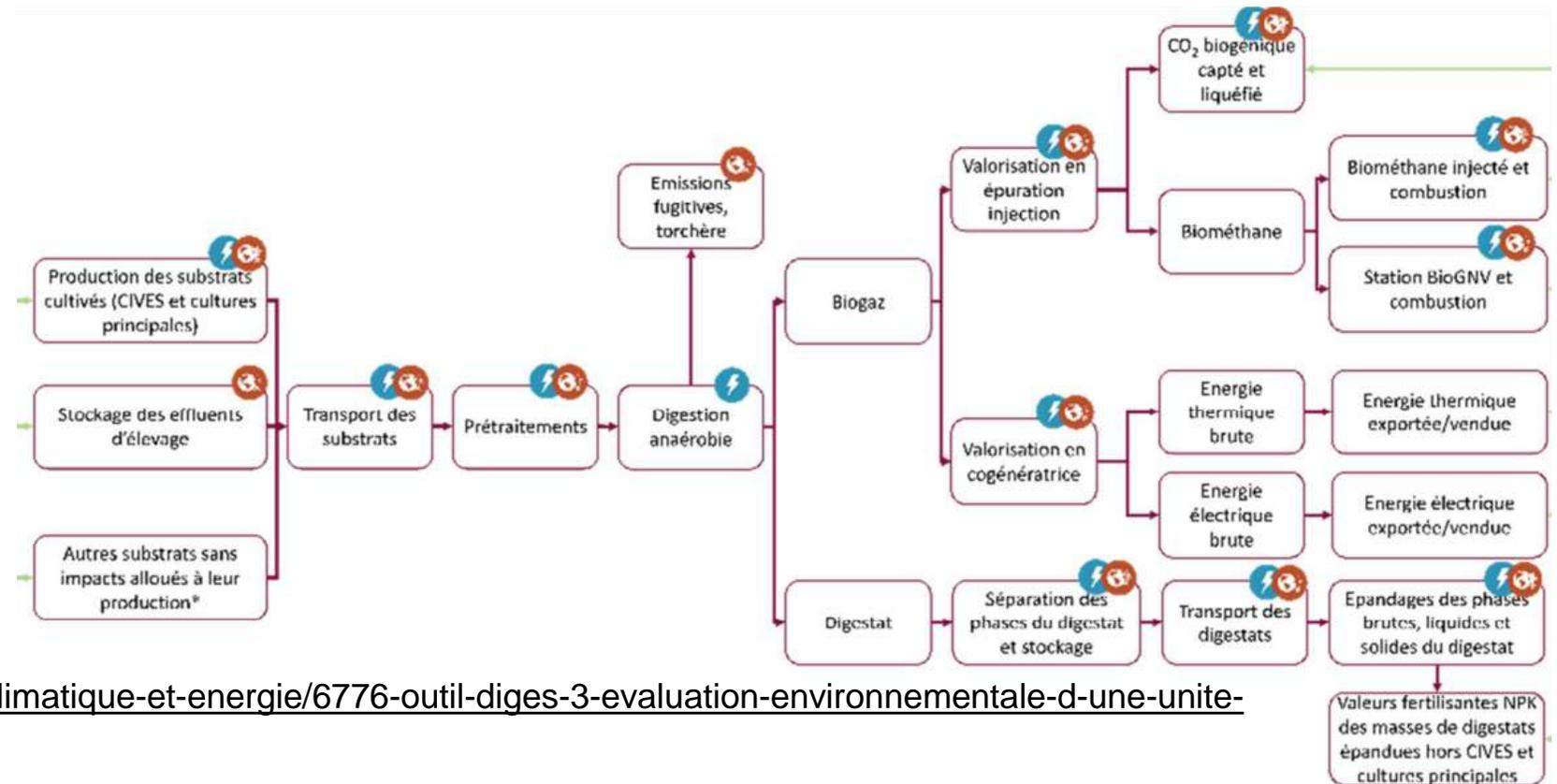
# Marché volontaire du carbone

- 1) Principes généraux
- 2) Travaux du GT carbone 2023-2025
- 3) Aspects économiques Label Bas Carbone (LBC)
- 4) Autres Possibilités : riverse et PSE

# DIGES 3 : Outil complet de mesure des GES

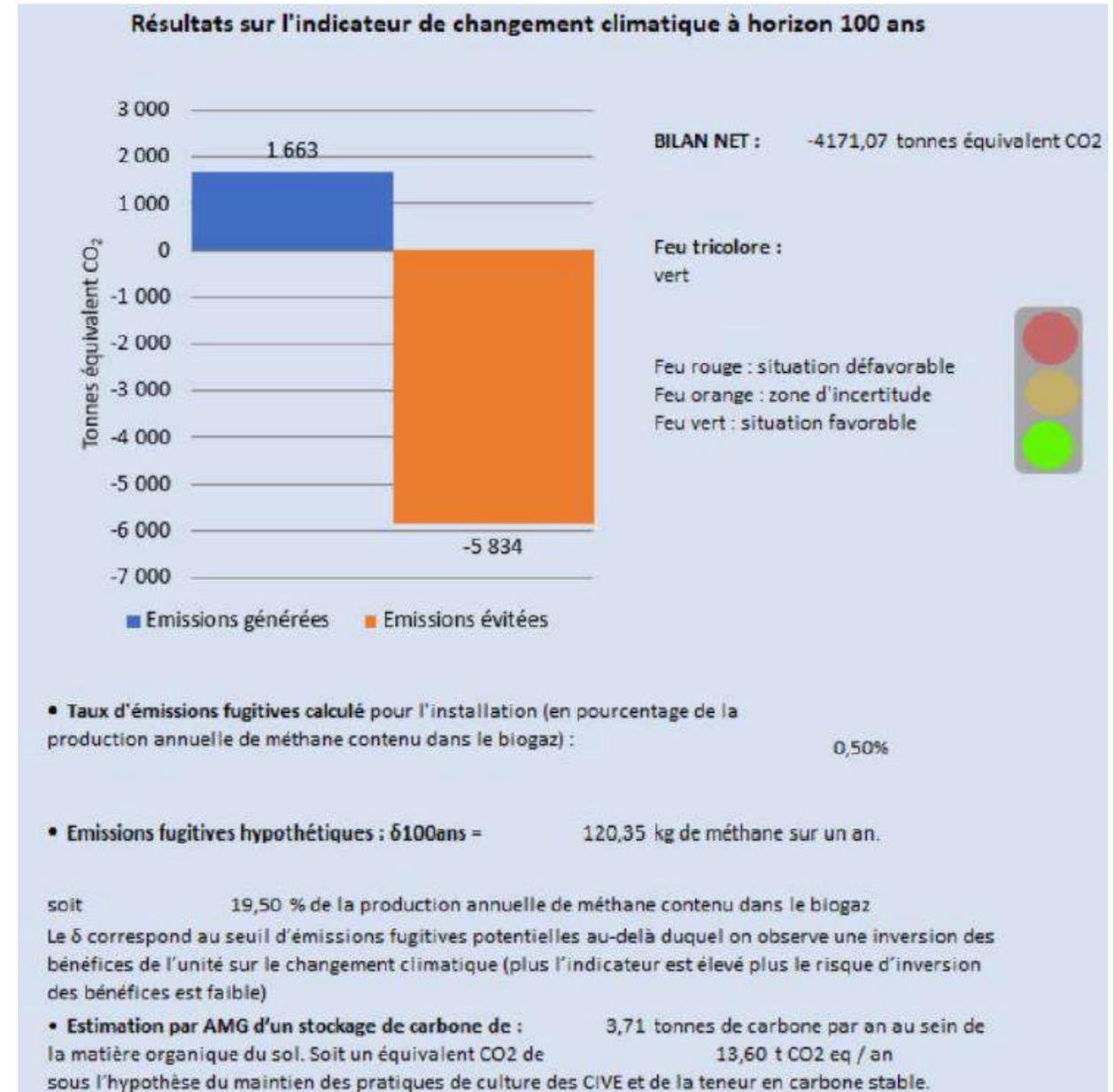


- Pour l'évaluation de **TOUS** les méthaniseurs
- Consensus de 15 structures dont INRAE, WWF, OFB
- **Pour l'appropriation sociétale** (capter intrants, etc.)
- **Pour l'amélioration de ses pratiques** (0.5% pertes CH<sub>4</sub> = 7.5 k€ (pour un 150 Nm<sup>3</sup>/h))
- Préparer une plus-value future ? (quantifier et établir des références, SCOPE 3)



# Perspectives

- 100 bilans DIGES3 cet hiver (AAMF/AILE/Solagro)
  - › GES générés et évités poste par poste
  - › Estimation du stockage carbone au sol
  - › Leviers d'amélioration
  - › Manifestez-vous !
- BDD anonymisée avec création de références par typologie



# Formations DIGES3 2024

- Pré-requis : données du site (ITK, conso. élec., etc.)

Régions	Organisme formateur	Date	Lieux prévisionnels
<b>NA nord + CVL</b>	VAM	13/12	Proche Poitiers
<b>NA Sud</b> (64/33/47/40/24)	Solagro	10/12	Agen
<b>BFC</b>	GRDF : étudiants d'AgroDijon	Oct. 2024 à fév. 2025	
<b>AURA</b>	Solagro	16/12	Lyon
<b>Occ</b>	Solagro	03/12	Toulouse
<b>PDL</b>	AILE	22/01	Nantes
<b>Bretz</b>	AILE	12/12 et 19/12	Rennes
<b>HDF</b>	GRDF : étudiants d'AgroDijon	En cours	
<b>IDF</b>	GRDF : étudiants d'AgroParisTech	Début octobre 2024 à janvier 2025	
<b>GE</b>	AAMF	10/12	Bar-le-Duc
<b>Normandie</b>	AILE	Entre 13 et 17 janv.	Vire

# Perspectives

- Poursuivre les discussions avec les acteurs du marché :
  - Standard reverse/in-waste ?
  - REX du collectif tous standards
- Effectuer bilans DIGES3
- Nécessité de :
  - Centraliser l'info. des initiatives locales
  - Partager
  - Travailler en collectif
- Pour participer : [erouches@aamf.fr](mailto:erouches@aamf.fr)



*Unis pour  
partager  
et innover*

# Marché volontaire du carbone

- 1) Principes généraux
- 2) Travaux du GT carbone 2024-2025
- 3) Aspects économiques Label Bas Carbone (LBC)
- 4) Autres Possibilités : riverse et PSE

# Acteurs du marché : exemple LBC-GC



- **Les acteurs peuvent avoir un ou plusieurs rôles**

4 entreprises avec  
calculateurs certifiés

Porteur de projet  
(individuel ou collectif)

Mandataire  
(accompagnant)

Mandataire intermédiaire  
(optionnel)

Auditeur tiers

DREAL

Promoteurs

# Acteurs du marché : exemple LBC-GC



- **Les acteurs peuvent avoir un ou plusieurs rôles**

4 entreprises avec calculateurs certifiés	<ul style="list-style-type: none"><li>- SysFarm</li><li>- MyEasyCarbon</li><li>- CarbonExtract (Agrosolutions + invivo)</li><li>- Calculateur de l'Apad : usage interne</li></ul>
Porteur de projet (individuel ou collectif)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rôle « agglomérant » de certaines coop.</li></ul>
Mandataire (accompagnant)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Peut gérer l'évaluation des crédits du projet</li><li>- Peut effectuer les dépôts des crédits à la DREAL</li><li>- Parfois également en charge de la vente</li></ul>
Mandataire intermédiaire (optionnel)	<ul style="list-style-type: none"><li>- En charge de la vente</li><li>- Parfois rôle de conseil auprès des acheteurs</li></ul>
DREAL	Vérification partielle de la validité des crédits (avérée ou non à 5 ans !)
Promoteurs	Groupement en charge de la méthodologie et de son évolution : Arvalis, Solagro, institut de la betterave, etc.

# Prix du carbone volontaire (LBC)

- Prix moyen 2023-2024 : 40 €/t
  - › avec  $\approx$  30-35 €/t à l'agriculteur
- Volume  $\approx$  1 à 2 crédits/ha
- Marché
  - ⇒ Fluctuation offre/demande
  - ⇒ Fin 2024, l'offre (notamment LBC) serait élevée
  - ⇒ Secteurs plus ou moins « sexys » : plantations d'arbres plébiscitées
- Prix = f°(standard : LBC-GC, LBC-haies, gold standard, etc.)



# Comment choisir le vendeur ?

- Généralement obligation de moyens et non de résultats !
- Peu de différences de prix de revient à l'agriculteur\* MAIS
  - VISIBILITE DU VENDEUR
  - Annualisation ou non des paiements (ET DES COUTS) : risque acheteur ou vendeur
  - Prix fixe ou évolutif avec le marché ?
  - Prix plancher (à l'agriculteur et/ou à la vente) ou non ?
  - PARTS DES INTERMEDIAIRES
  - Gestion du risque (météo) variable

\* Parmi REX reçus





*Unis pour  
partager  
et innover*

# Marché volontaire du carbone

- 1) Principes généraux
- 2) Travaux du GT carbone 2024-2025
- 3) Aspects économiques Label Bas Carbone (LBC)
- 4) Autres Possibilités : riverse et PSE

# La nouveauté du standard riverse



- Méthode récente (pas LBC)
- Spécifique méthanisation et en majorité pour les injections (NON RedII)
- Origine renouvelable de l'énergie  $\Leftrightarrow$  CC évités ( $\approx$ **150 t/GWh** biométhane)
- Méthode riverse bien construite (suivi, registre, certification, possibilité de vente à l'Europe et accréditation ICROA, etc.)
- Risques principaux identifiés :
  - Perte éventuelle de la **mise de départ** notamment sans annualisation
  - **Besoin de mieux se border avec la DGEC (en cours) CAR risque double-comptage notamment sites générant des GO (y compris non RedII)**
  - Doit faire ces preuves sur la vente

# PSE : Paiements pour Services Environnementaux

- PSE : terme multi-définitions
- PSE (ici) :
  - › Contrat de gré à gré pour 5 - 7 ans
  - › Lié à restauration ou maintien d'un service écosystémique
  - › Auprès d'associations de particuliers et/ou collectivités
  - › Additionnalité et conditionnalité
- Exemple : offre d'éco-pâturage pour la municipalité
- Avantage principal : accessible à « tous » (théoriquement)
- Freins éventuels :
  - › Marché émergent (= peu de demandes)  
⇒ Offre agressive/marketée
  - › Définition du besoin, de sa réalisation et de son coût avec concertation (jusqu'à 3 ans)



# Conclusion - Marché du carbone

- Sujet foisonnant et évolutif
- Intérêt pour les porteurs de projets (culture et élevage)

- Des questions ?



# Autres perspectives de la session 3

- Projet de structuration de filière CO<sub>2</sub> 2024-2027 : AMGE, Kéon, GRDF, ATEE, Biogaz Vallée, MD CO<sub>2</sub>
  - Comité stratégique ? Coop ? Label ? Cadre juridique, etc.
- Des questions sur la valorisation de la molécule ? [adain@aamf.fr](mailto:adain@aamf.fr)
- Vos besoins ?

# Bilan

- Questionnaire de satisfaction :



<https://forms.gle/o7SysytGFNY62A5P9>

- **Points forts et axes d'amélioration de la journée ? Réponse aux attentes ?**

Attentes à l'inscription :

- 1) Réglementaire ; 2) REX ; 3) R&D ; 4) Expertise externe
- 1) GES et marché volontaire ; 2) Digestat ; 3) Biodéchets ; 4) CIVE

# MERCI à tous !



# Méth'apéro !

- Café le Liberté, 190 av. d'Italie

